

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

Vicerrectoría de Investigación  
Escuela de Ingeniería Topográfica

Proyecto de Investigación: B9215

**Análisis de Plataformas Web de Mapas Interactivos  
dedicados a Gestionar Información Espacial.**

Investigador:  
Alexander Cerdas Hernández

Julio, 2020

## Indice General

1. Introducción .....	7
1.1 Antecedentes .....	8
1.2 Justificación.....	9
1.3 Población beneficiada .....	10
1.4 Limitaciones .....	10
2. Objetivos.....	11
3. Marco Teórico – Práctico .....	12
3.1 Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) .....	12
3.2 Componentes de una IDE .....	14
3.3 Políticas.....	15
3.4 Servicios Geográficos .....	16
3.5 Gestión de Datos .....	16
3.6 Usuarios .....	17
3.7 Tecnología .....	17
4. Metodología .....	18
4.1 Etapa de exploración y experimentación.....	18
4.2 Arquitectura del modelo de gestión de datos espaciales propuesto ...	20
4.3 Administrador de la Base de datos Espaciales .....	23
4.4 Servidor de mapas: GeoServer.....	34
4.5 Instalación de GeoServer.....	41
4.6 Configuración y secciones de GeoServer .....	44
4.7 Previsualización de las capas en OpenLayers.....	56
5. Optimizador de las imágenes publicadas .....	58
6. Interoperabilidad .....	58
7. Metadatos .....	62

8. Análisis de resultados y Recomendaciones.....	63
9. Conclusiones .....	69
10. Bibliografía.....	70
11. Apéndices.....	71
Apéndice 1: Instalación de MapGuide .....	72
Apéndice 2: Instalación de QGIS Server .....	90
Apéndice 3: Pasos para la Descarga e Instalación del programa PostgreSQL – PostGIS – pgAdmin.....	110
Apéndice 4: Pasos para la Descarga e Instalación del programa Geoserver (Opciones alternas).....	125

## Índice de figuras

Figura 1. Componentes que integran una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Fuente: Elaboración Propia.....	14
Figura 2. Comparación de servicios geográficos entre sistemas. Fuente: <a href="https://www.osgeo.org/">https://www.osgeo.org/</a> .....	20
Figura 3. Sistemas de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Fuente: Elaboración Propia. ....	21
Figura 4. Flujograma que representa el orden de ejecución de los sistemas para la arquitectura IDE propuesta. Fuente: Open source y elaboración propia. ....	22
Figura 5. Inicio del programa pgAdmin. Fuente: PostgreSQL – pgAdmin. ....	23
Figura 6. Interfaz pgAdmin. Fuente: Fuente: PostgreSQL – pgAdmin. ....	24
Figura 7. Creación de una nueva conexión a un servidor (localhost). Fuente: PostgreSQL – pgAdmin.....	25
Figura 8. Preparación de una Base de Datos. Fuente: PostgreSQL – pgAdmin. ....	26
Figura 9. Habilitación de las capacidades espaciales de la base de datos. Fuente: PostgreSQL – pgAdmin.....	27
Figura 10. Creación del esquema (schema). Fuente: PostgreSQL – pgAdmin.	28
Figura 11. Conexión QGIS con PostGIS. Fuente: QGIS y SNIT. ....	29
Figura 12. Creación de una nueva conexión con PostGIS. Fuente: QGIS.....	30
Figura 13. Ventana Administrador de BBDD. Fuente: QGIS.....	31
Figura 14. Ventana Importar capa vectorial. Fuente: QGIS. ....	32
Figura 15. Revisión de una tabla espacial en pgAdmin. Fuente: PostgreSQL – pgAdmin. ....	33
Figura 16. Interfaz de descarga de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat. ....	35
Figura 17. Interfaz de descarga del programa GeoServer. Fuente: GeoServer. ....	36

Figura 18. Ventana de Instalación de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat. ....	37
Figura 19. Ventana de Instalación de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat. ....	37
Figura 20. Ventana de Instalación de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat. ....	38
Figura 21. Configuraciones de los puertos y claves de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat. ....	38
Figura 22. Especificación de la ruta de la máquina virtual Java. Fuente: Apache Tomcat. ....	39
Figura 23. Ventana de Instalación de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat. ....	40
Figura 24. Ventana de Instalación de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat. ....	40
Figura 25. Comprobación del servidor Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat. ....	41
Figura 26. Ubicación del archivo de instalación de GeoServer. Fuente: Elaboración propia. ....	41
Figura 27. Reinicio del servicio Apache Tomcat. Fuente: Windows 10. ....	42
Figura 28. Interfaz de GeoServer. Fuente: GeoServer. ....	43
Figura 29. Ventana de Información de Contacto en GeoServer. Fuente: GeoServer. ....	44
Figura 30. Configuración del Espacio de trabajo. Fuente: GeoServer. ....	46
Figura 31. Configuración de un nuevo Almacén de datos. Fuente: GeoServer. ....	47
Figura 32. Configuración de un nuevo Almacén de datos - PostGIS. Fuente: GeoServer. ....	48
Figura 33. Opciones para la gestión de capas. Fuente: GeoServer. ....	50
Figura 34. Carga y publicación de una capa. Fuente: GeoServer. ....	51

Figura 35. Lista de capas cargadas y publicadas. Fuente: GeoServer. ....	52
Figura 36. Creación y exportación de un estilo de capa en QGIS. Fuente: QGIS. .....	53
Figura 37. Importación de un estilo de capa en GeoServer. Fuente: GeoServer. .....	54
Figura 38. Importación de un estilo de capa en GeoServer. Fuente: GeoServer. .....	55
Figura 39. Previsualización y comprobación de estilo de capa en GeoServer usando OpenLayers. Fuente: GeoServer.....	56
Figura 40. Grupo de capas vectorial y ráster en GeoServer usando OpenLayers. Fuente: GeoServer. ....	57
Figura 41. Respuesta a una petición GetMap - WMS. Fuente: Elaboración propia. ....	59
Figura 42. Establecimiento de los servicios geográficos. Fuente: GeoServer..	60
Figura 43. Menú para la creación de servicios en GeoServer. Fuente: GeoServer.....	61
Figura 44. Vínculos para cargar los metadatos en GeoServer. Fuente: GeoServer.....	62
Figura 45. Capas con geometría de tipo punto, líneas y polígonos en GeoServer. Fuente: GeoServer.....	65
Figura 46. Capa ráster en GeoServer. Fuente: GeoServer.....	66
Figura 47. Sistema de referencia de coordenadas en GeoServer usando OpenLayers. Fuente: GeoServer. ....	67

## 1. Introducción

La Información Geográfica (IG), está muy presente en nuestras vidas, más de lo que nos imaginamos, lo está actualmente y lo ha estado desde el principio. A diario, contamos con un mapa mental que nos permite la orientación de los objetos, momentos y lugares.

Desde el libro del Génesis, se puede tener una noción de ubicación, cuando se menciona que el Árbol de la Vida y el Árbol del Conocimiento entre el bien y el mal se encontraban en el *centro* del Jardín del Edén. Luego con el pasar de los siglos, muchas civilizaciones tuvieron que plasmar mapas en piedra o en piel de animales, para representar el trazo de sus ciudades o las rutas de una ciudad con otra.

Hoy en día, para el año 2020 d.C, los mapas digitales en tiempo real mostrados en el monitor de millares de televisores o teléfonos celulares, están representando el avance del Covid-19 en el mundo mediante cifras, gráficos y también mediante mapas. Pues los acontecimientos, para entenderlos, es posible y necesario, ubicarlos en tiempo y espacio.

Para quienes están más familiarizados con el tema y también para quienes son ajenos al tema, la palabra “*mapa*” es tan fácil de identificar y de imaginar, como cualquier otra palabra común en el idioma castellano. Sin embargo, para conceptos más modernos y complejos como es el caso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) o Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), es necesario profundizar un poco más en el tema. No obstante, para ambos conceptos permanezcamos de momento con el concepto de *mapa*, pero ya no en piedra o en piel de un animal, si no en un plano informático, el cual permite obtener análisis espaciales y la interoperabilidad de datos digitales por medio de la web.

El propósito de este proyecto de investigación es identificar los sistemas y los pasos necesarios para la configuración de los programas informáticos necesarios para la arquitectura y el funcionamiento de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), mediante software libre.

## **1.1 Antecedentes**

Fueron dos importantes acontecimientos que en la década de los años 90 marcaron y definieron el establecimiento de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) dentro de la organización de los países. Uno de esos acontecimientos fue la “Cumbre de la Tierra”, celebrada en la ciudad de Rio de Janeiro y el otro acontecimiento fue, el uso cada vez más creciente del Internet en el mundo entero (Inierto y Núñez, 2014).

Las Naciones cada vez estaban acumulando gran cantidad de Información Geográfica (IG), la cual pierde su sentido si no es compartida y analizada, comprendiendo que lo que naturalmente o por causa del impacto del hombre en el ecosistema que vivimos llamado “Planeta Tierra” suceda, afecta a todos, sin importar fronteras o soberanías.

El primer proyecto IDE se da en los Estados Unidos donde logran estandarizar y compartir en un mismo formato, datos espaciales digitales. Para el año 1994 crean la National Spatial Data Infrastructure (NSDI) y luego en el año 2011 lanzan la Geospatial Plattform del FGDC.

En Europa, para el año 2007, el Parlamento Europeo y el Concejo de la Unión Europea, fijan mediante una directiva, las normas generales con vistas al establecimiento de una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE), orientada a la aplicación de las políticas comunitarias que puedan incidir en el medio ambiente.

En Costa Rica a raíz del Programa de Regularización del Catastro y Registro, se inicia con la implementación de este tipo de estándares de transferencia de información geoespacial, y es a partir del 2014, de manera formal que el Instituto Geográfico Nacional (IGN) administra y desarrolla la renovación del Geoportal del SNIT.

Independientemente cual sea el proyecto o país, estos sistemas deben asegurar la interoperabilidad de los datos y geoservicios, y es en ese aspecto que la OGC (Open Geospatial Consortium) busca la implementación y uso de estándares, especificaciones y formatos comunes entre los sistemas tecnológicos que gestionan y comparten la información espacial.



## **1.2 Justificación**

Existen principalmente dos vertientes en el mundo del software, pues los hay libres y comerciales. La implementación específicamente del software libre, requiere de una curva de autoaprendizaje y prueba de aciertos y errores en un entorno investigativo que permita la ejecución y análisis de los resultados, con el propósito de determinar los pasos y ordenes precisos en el computador.

El tema de los Mapas en la Web es una línea de investigación moderna y tecnológica que evoluciona día con día, lo cual requiere del seguimiento académico, además, de ser un producto creado con código abierto, justifica su estudio con el propósito de entenderlo y poderlo poner al alcance de toda la comunidad científica.

Los programas informáticos libres, tienen la ventaja de que la descarga, instalación y uso, son sin ningún costo. También tienen la ventaja de que se cuenta con varias comunidades de usuarios que comparten en la web material técnico y didáctico, no obstante, es necesario realizar y documentar las pruebas de instalación e implementación, logrando asegurar que todas las partes del sistema trabajen adecuadamente.

El problema que se busca solventar con este proyecto de investigación es conocer los componentes y las alternativas de sistemas de Infraestructura de Datos Espaciales, principalmente de software libre, con el fin de experimentar, probar y establecer los pasos y configuraciones precisas necesarias como alternativa de instalación o reinstalación de la plataforma IDE en un sistema operativo Windows o Linux, dado el caso.

El abordaje de este proyecto de investigación se realiza para explorar, ejecutar, verificar y documentar los procesos de configuración de los sistemas informáticos y datos digitales en una plataforma de entrada y consulta de la información espacial, la cual se dispondrá como alternativa de propuesta de una Infraestructura de Datos Espaciales, la cual deberá ser consensuada en la Escuela de Ingeniería Topográfica como insumo o proyecto de implementación.

### **1.3 Población beneficiada**

La necesidad de la información es fundamental para un mundo más justo y comunicado, y los programas libres son pieza clave para lograr un contexto universal de transferencia de datos. Organizaciones, especialmente aquellas instituciones gubernamentales, municipales y académicas son las que están casi en la obligación de entender y replicar Infraestructuras de Datos Espaciales que les permitan compartir y publicar la información espacial de uso común para los usuarios quienes serán los más beneficiados.

Toda la población del mundo, en el contexto que vivimos en el año 2020, ha tenido y así debería de ser, sin ninguna restricción, de contar con la facilidad de estar informada por los medios digitales o de prensa, mucho de ellos de índole cartográfico, sobre las comunicaciones de los entes encargados de la gestión de salud en cada uno de sus países, sobre las medidas y recomendaciones que cada ciudadano debe hacer frente ante la situación sanitaria.

La comunidad académica, municipal, instituciones y ministerios del gobierno central, así como toda la sociedad civil, tienen la oportunidad de implementar los alcances de su información espacial mediante Infraestructuras de Datos Espaciales, pues cualquier tema, cualquier fenómeno, sea este cuantitativo o cualitativo, en consideración de sus características podría ser representado espacialmente.

### **1.4 Limitaciones**

El abordaje de este proyecto de investigación, no corresponde a un único programa o software, si no que corresponde a una serie de programas que conforman un sistema. Estos programas, además de ser libres, no son los únicos o exclusivos, que pueden ser parte del sistema, pues existen variedad de proyectos con potencial de ser parte.

Dentro de los alcances de un software, están las posibilidades de manejarlo desde los mecanismos de edición o de programación lo cual son destrezas que están al nivel de un profesional en informática, este tipo de desarrollo se conoce como *front-end*. Por otro lado, está la posibilidad donde el

usuario tiene únicamente los alcances de instalar, configurar y manejar el programa, conocida esta modalidad de uso como *back-end*. Para este trabajo de investigación se abarco este último enfoque, donde únicamente se desarrollan las habilidades de un usuario *back-end*.

Dentro de las IDE, existe una parte que corresponde en si al desarrollo del entorno web, donde se maneja el Geoportal o se diseña el Visor Cartográfico, pero que requiere de lenguaje de programación, lo cual y de acuerdo a lo explicado en el párrafo anterior, es una limitante a este proyecto de investigación, por estar del lado *front-end*, que requiere de las habilidades de la programación.

## **2. Objetivos**

### **Objetivo General**

Investigar los componentes que integran una plataforma web mapping configurada con software libre para determinar la arquitectura más óptima.

### **Objetivos Específicos**

1. Describir los componentes que integran una plataforma de Sistemas de Información Geográfica en la WEB, conocida como Web Mapping, IDE o Geoportal.
2. Analizar la configuración y resultados de la arquitectura de la plataforma "Web Mapping" ejecutada con los paquetes de software libre más usados y recomendados por la comunidad de usuarios SIG.
3. Implementar la ejecución de una plataforma Web Mapping en la Escuela de Ingeniería Topográfica que permita la divulgación de proyectos de investigación y la interacción con los usuarios.

### **3. Marco Teórico – Práctico**

Antes de comprender el concepto de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), es necesario comprender el termino SIG y este a su vez comienza entendiéndose el termino *mapa*, el cual fácilmente se puede imaginar como un recuadro que muestra un segmento espacial escalado, ubicado con respecto al norte, que muestra accidentes geográficos muy diversos, representados por símbolos, colores y etiquetas. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es como tener, no solo un mapa, sino varios mapas, pero de forma digital, que pueden interrelacionar entre ellos y mostrar análisis espacial e información útil de interpretar.

El termino IDE, ofrece la capacidad de visualizar la información espacial ya analizada y procesada del SIG y ofrecer la interoperabilidad de los datos espaciales entre usuarios por medio de la WEB. A este sistema es lo que se conoce como una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) y el cual se aborda en este proyecto de investigación.

#### **3.1 Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)**

La IDE de España, define una Infraestructura de Datos Espaciales como un sistema informático integrado por un conjunto de recursos dedicados a gestionar Información Geográfica disponible en Internet, que cumpla una serie de condiciones de interoperabilidad y que permita que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda utilizar y combinar esos recursos, según sus necesidades (IDEE, 2020).

Bernabé y López (2012) de forma más resumida explican que esta Infraestructura de Datos Espaciales no es más que “el conjunto de recursos cartográficos disponibles en la red” (p.42).

Existen otros conceptos como geoportal, visor cartográfico o web mapping, que se explicarán más adelante, con el fin de que se puedan diferenciar del concepto IDE, el cual contempla de una u otra forma a los anteriores e involucra muchos conceptos más.

Geoportal es sinónimo de página web, y como hoy se conoce, es donde se plasman todas aquellas estructuras y componentes que ofrece un sitio en internet como cualquier otro. El visor cartográfico, es un componente dentro de una página web, que muestra un recuadro multimedia de un segmento espacial.

Web mapping es una disciplina informática nueva que involucra las herramientas, aplicaciones, códigos y recursos informáticos capaces de reproducir el material web relacionado a la cartografía digital. Las IDEs a pesar de integrar el recurso *web mapping*, no solo de eso están integrados, se compone de muchos otros componentes, sistemas, políticas y más (mappinggis, 2020).

Las anteriores definiciones introducen al lector a tener una noción de lo que es una Infraestructura de Datos Espaciales, sin embargo, para entender el concepto IDE es necesario comprender el conjunto (sistema) de componentes que la integran. A continuación, se explican resumidamente los componentes que integran una IDE.

### 3.2 Componentes de una IDE

La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) es un sistema cartográfico integrado por componentes, los cuales se pueden agrupar en las siguientes cinco clasificaciones: Políticas, Gestión de Datos, Servicios Geográficos, Tecnología y Usuarios (ver Figura 1).

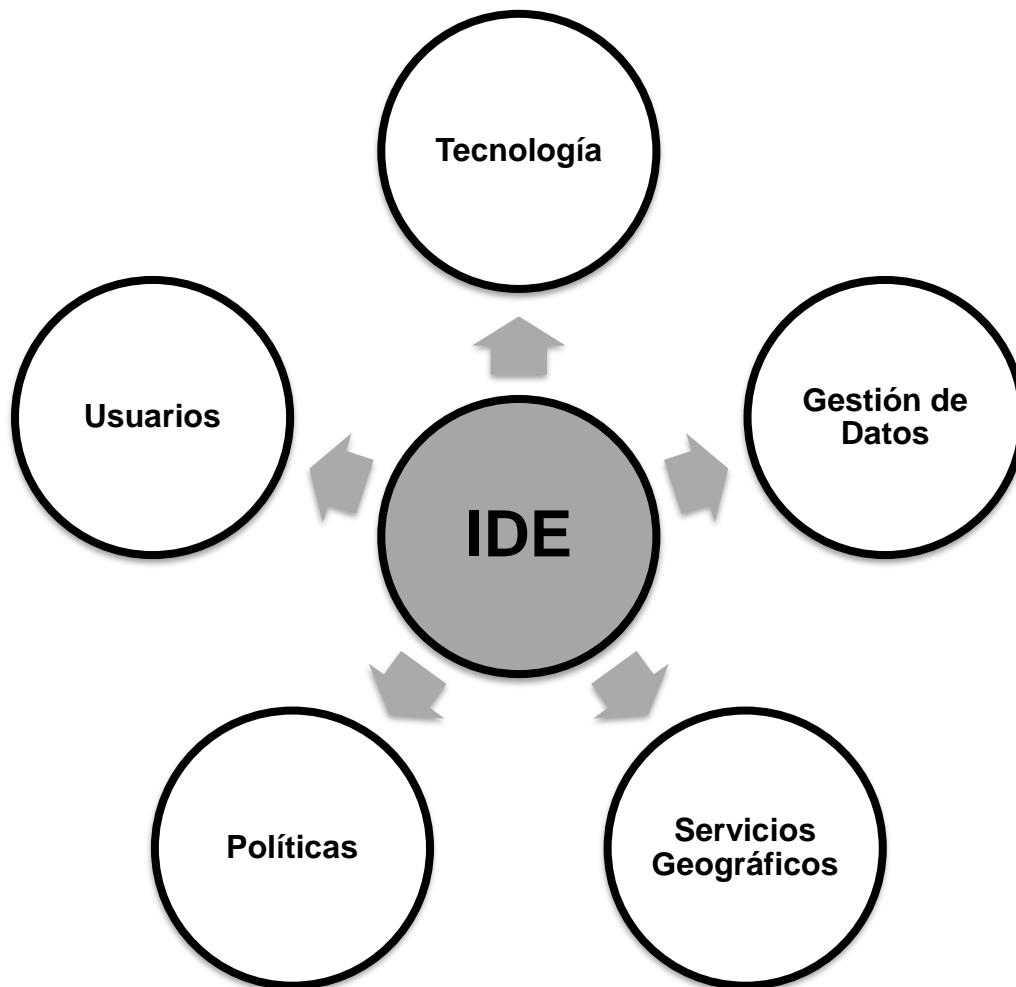


Figura 1. Componentes que integran una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3 Políticas

Son el marco legal que un país debe establecer para dejar plasmado los lineamientos que una institución u organismo deben seguir al momento de tomar la decisión de acogerse a este tipo sistema, principalmente para que los proyectos sean duraderos y abiertos a políticas de compartir y transferir los datos.

En Costa Rica, mediante la Norma: *NTIG\_CR05\_01:2016: Estándares para la Publicación Web de Información Geográfica de Costa Rica*, se describen las disposiciones mínimas que deben considerarse por parte de otras instituciones que deseen desarrollar servicios web de información geográfica, con el objetivo de que se logre la interoperabilidad de la información en las plataformas digitales que se ofrezca el servicio.

La Norma Técnica, puede ser consultada en el Diario Oficial La Gaceta o en el sitio web: [www.snitcr.go.cr](http://www.snitcr.go.cr) del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2016).

### 3.4 Servicios Geográficos

Corresponde a los estándares de los medios de transferencia de información espacial que es posible compartir entre usuarios y sistemas. Algunos de estos estándares se pueden consultar en la Open Geospatial Consortium (OGC, 2020), a continuación, se mencionan algunos de los servicios web más relevantes:

- **WMS** (Web Map Service), es posible consultar un mapa en formato de imagen.
- **WFS** (Web Feature Service), es posible obtener el archivo digital físico que representan la entidad cartográfica (vectores).
- **WCS** (Web Coverage Service), similar al servicio WFS, pero la entidad cartográfica en esta ocasión se obtiene en formato ráster.
- **CSW** (Catalogue Service), mediante este servicio es posible la publicación y búsqueda de la descripción de metadatos de los datos y servicios geográficos web.
- **WPS** (Web Processing Service), mediante este servicio es posible publicar un proceso o algoritmo que ejecute un cálculo.
- **SOS** (Sensor Observations), servicio que permite obtener información de sensores.

### 3.5 Gestión de Datos

Los datos deben cumplir una característica muy importante, como cualquier producto, y es la “*calidad de los datos*”. Lo cual significa, cumplir normas que aseguren especificaciones importantes durante la captura, restitución, procesamiento y análisis de los datos y cartografía generada. Cada institución debe velar y crear grupos de edición que aseguren la calidad de los datos, antes de que estos sean publicados y compartidos.

Los metadatos son información de los datos, y esta información es administrada mediante un Catálogo de Metadatos. En el caso de Costa Rica, también existe una normativa *NTIG\_CR04\_01.2016: Perfil Oficial de Metadatos*



*Geográficos de Costa Rica*, que establece las características mínimas que se deben mencionar a la hora de referenciar los datos (IGN, 2016).

### **3.6 Usuarios**

Los usuarios de una IDE pueden ser muchos, todo aquel que tenga la necesidad y el entusiasmo de formar parte de un proyecto que involucre la publicación y el acceso libre a la Información Geográfica (IG), está llamado a formar parte del sistema IDE, ya que, hasta los internautas, sin necesidad de ser expertos cartógrafos, son usuarios.

Existen otros perfiles con ciertas tareas específicas dentro de las IDEs, como por ejemplo los creadores de datos o los proveedores o intermediarios de los datos. Están también, los desarrolladores o los tomadores de decisiones. Cada papel o cada perfil mencionado, juega y crea etapas o niveles de gestión en el proceso cartográfico dentro de una organización.

Otra importante clasificación en el mundo de las IDE, son los clientes “ligeros o pesados”, donde se utiliza el concepto *cliente ligero*, para aquellos que utilizan un navegador básico de internet únicamente para visualizar la información y donde la instalación de un programa especializado para tal fin, no es imprescindible. Por otro lado, están los *clientes pesados*, que es donde se almacenan los datos en un servidor, y aquí si es fundamental contar con los programas especializados para gestionar la información espacial.

### **3.7 Tecnología**

Este componente está conformado por los programas y aplicaciones (software) y por los dispositivos electrónicos (hardware), clasificándose en el nivel de usuario (cliente ligero) y a nivel de servidor (cliente pesado).

Las IDEs utilizan el modelo de arquitectura informática cliente-servidor que es usado en internet o intranet cuando un ordenador local (cliente ligero) realiza una petición a un ordenador remoto (servidor-cliente pesado) solicitando y recibiendo información (Bernabé y López, 2012).

## 4. Metodología

El desarrollo de este proyecto de investigación se concentra en el componente tecnológico del lado del *software* que se necesita para la configuración, instalación y ejecución de una Infraestructura de Datos Espaciales.

Se inicio buscando y probando algunos de los paquetes libres más usados para la implementación a nivel de software de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Entre los paquetes que se indago, esta: GeoServer, MapGuide y QGIS Server. Para los programas anteriores, se documentó en apéndices los pasos necesarios para la instalación de los mismos. Al mencionar que el proceso de instalación se documentó, no significa que se transcribió un proceso redundante o automático, pues para cada uno de estos casos en particular, se trata de una serie de pasos que requieren de un orden específico y el cumpliendo con ciertos requerimientos del sistema operativo.

Cada uno de los proyectos mencionados tiene un gran desarrollo y potencial, pero debido a que se tenía que seleccionar solamente un caso, se decidió por seleccionar *GeoServer* para mostrar y explicar paso a paso cada una de las partes que conforman una IDE.

### 4.1 Etapa de exploración y experimentación

Hay una innumerable lista de proyectos y sistemas tanto libres como comerciales que ofrecen la posibilidad de desarrollar una Infraestructura de Datos Espaciales a nivel de software. Para este proyecto de investigación, se inició con indagar y probar al menos en el proceso de instalación y representación cartográfica los siguientes tres programas, todos ellos libres: *GeoServer*, *MapGuide* y *QGIS Server*. Para los sistemas antes mencionados, se documentó el proceso de instalación en los Apéndices 1 y 2.

También se experimentó, pero solo a nivel de instalación, con *deegree*, *i3Geo* y *Mapbender*, pero no se logró alcanzar el nivel de representación cartográfica, debido a limitaciones en los plazos de tiempo para el desarrollo de este proyecto de investigación.

MapServer al igual que GeoServer, están dentro de las referencias importantes que se utilizan hoy en día como servidores de mapas, pero no se experimentó con el programa, principalmente porque es más enfocado desde línea de códigos, sin embargo, es importante mencionar que durante la instalación del paquete Mapbender e i3Geo, estos se ejecutan utilizando MS4W, el cual consiste en un paquete de instalación que contiene entre otros programas MapServer y Apache.

Cada uno de los sistemas, con lo cuales se tuvo esa etapa inicial de experimentación, presentan un gran desarrollo, material didáctico y equipo humano detrás. Realmente cada uno de estos proyectos tiene la posibilidad de integrarse en una organización y emprender una Infraestructura de Datos Espaciales con proyección a largo plazo. Sin embargo, para este proyecto se seleccionó el sistema GeoServer, para presentar el proceso completo de publicación de información espacial.

GeoServer además de contar con una interface muy amigable con el usuario, es también el sistema en el cual se encuentra mayor oferta de cursos y material didáctico. Para este proyecto de investigación, se usaron de referencia cursos en esta temática ofrecidos por *Soltig* a nivel nacional y en línea desde España por *TYC GIS* y por el *Instituto Geográfico de España*.

Un criterio adicional que se utilizó para seleccionar GeoServer como sistema IDE de prueba para la Escuela de Ingeniería Topográfica de la UCR, fue la cantidad de estándares implementados hoy por hoy por cada uno de los sistemas indagados; esta comparación de estándares activos se muestra en la Figura 2.

Sistemas Consultados	Servicios Geográficos (OGC Standards)						
	WMS	WFS	WCS	WMTS	WPS	WCS	WFS-T
GeoServer	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
QGIS Server	✓	✓	✓	✓			
MapGuide	✓	✓					

Figura 2. Comparación de servicios geográficos entre sistemas. Fuente: <https://www.osgeo.org/>

A pesar de que GeoServer incorpora un número mayor de servicios geográficos, esto no implica que un proyecto como QGIS Server o MapGuide tarde o temprano logren alcanzar e implementar los demás servicios, de ahí lo importante y la oportunidad que tiene la academia, de dar seguimiento a estos proyectos y de monitorear la evolución de las diferentes propuestas de software libre en el tema de las IDE.

Es importante mencionar que el desarrollo del sistema IDE propuesto usando GeoServer, como modulo central, se compone de otros programas que se interrelacionan y que es un sistema modular totalmente posible de ser sustituido por otros programas similares. Por lo tanto, lo que se muestra a continuación es una posible arquitectura del sistema, entre muchas otras alternativas que podrían existir.

## 4.2 Arquitectura del modelo de gestión de datos espaciales propuesto

Se aborda el siguiente proceso metodológico en varias etapas, se inicia describiendo los pasos necesarios para la descarga e instalación de los programas que conforman el sistema IDE y también se describen las configuraciones necesarias para la gestión de la información espacial desde el servidor.

A continuación, se presenta la configuración del sistema IDE, a nivel de software, usando una serie de programas y recursos del sistema, estos se muestran en la siguiente figura 3.

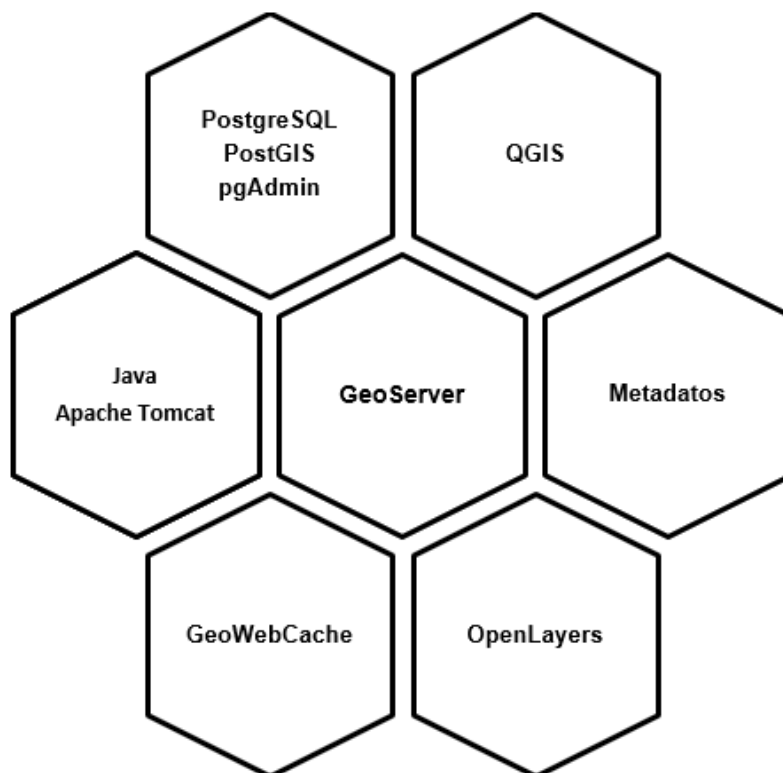


Figura 3. Sistemas de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Fuente: Elaboración Propia.

Todos los programas y recursos informáticos del sistema son importantes y necesarios. La mayoría de los pasos de instalación y configuración han sido documentados en este proyecto de investigación, ya que se considera como un recurso muy valioso, el poder documentar las guías para que otros usuarios, tanto profesionales como estudiantes, puedan replicar el proceso. Además, con las guías de los pasos realizados, se ha comprobado la ejecución exitosa de cada proceso y resultado esperado.

GeoServer al ser pieza fundamental y neural del sistema, va estar explicado en su totalidad en la documentación del cuerpo de este trabajo. Aunque, por otro lado, QGIS está presente y es pieza también fundamental en el proceso IDE propuesto, no se incluye en el cuerpo de este documento ni en

los apéndices, los pasos de instalación del mismo. También algunos procesos de instalación de los complementos que se mencionan en la figura 4, se han colocado en la sección de apéndices, con el fin de no saturar el contenido del cuerpo de este trabajo de investigación, ya que este proceso de documentación consiste en la captura de pantalla del computador y en su mayoría, representan procesos bastante extensos.

## IDE Infraestructura de Datos Espaciales propuesta

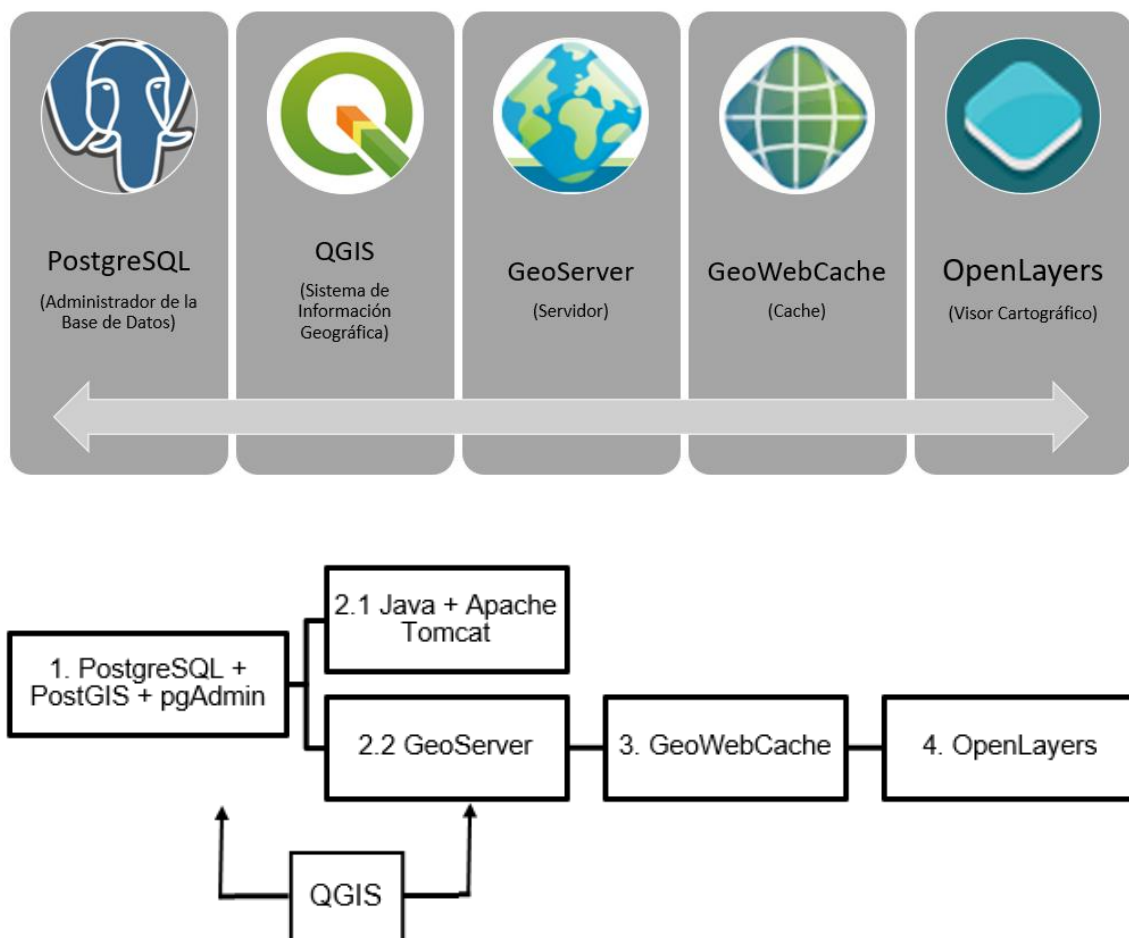


Figura 4. Flujograma que representa el orden de ejecución de los sistemas para la arquitectura IDE propuesta. Fuente: Open source y elaboración propia.

## 4.3 Administrador de la Base de datos Espaciales

### PostgreSQL

PostgreSQL, es un Administrador de Bases de Datos Espacial, el cual se puede ligar con QGIS y GeoServer, entre otros.

El detalle de los pasos de descarga e instalación del programa PostgreSQL, se presentan en el Apéndice 3.

A continuación, se detallan algunas configuraciones posibles entre el programa PostgreSQL y los programas QGIS y GeoServer.

### Inicio y entrada a la interfaz de PostgreSQL

1. Una vez instalado el programa PostgreSQL en el servidor de la Escuela de Ingeniería Topográfica (EIT). Entendiéndose para este proyecto de investigación “servidor” como la máquina de prueba.
2. En ambiente Windows 10, se busca en Inicio > Todos los programas > PostgreSQL 12 > pgAdmin 4
3. Se ingresa la contraseña: postgres

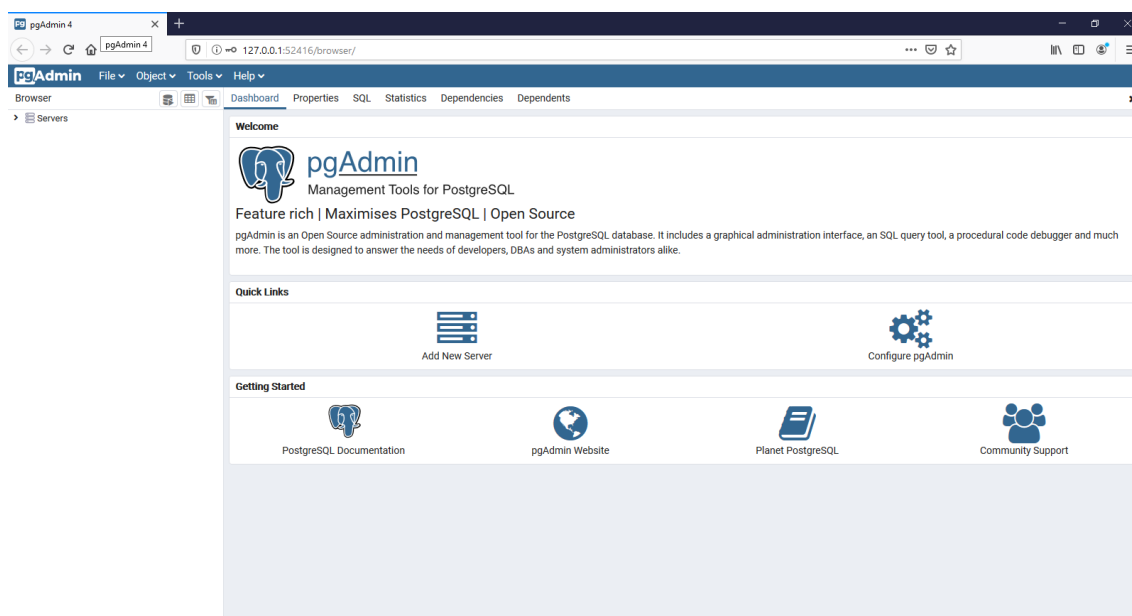


Figura 5. Inicio del programa pgAdmin. Fuente: PostgreSQL – pgAdmin.

- Se hace clic en el panel de la izquierda: Browser > Servers
- Se ingresa nuevamente el password: *postgres*, lo cual se utiliza esta contraseña en específico a modo de prueba, pero la cual puede ser sustituida por cualquier otra.

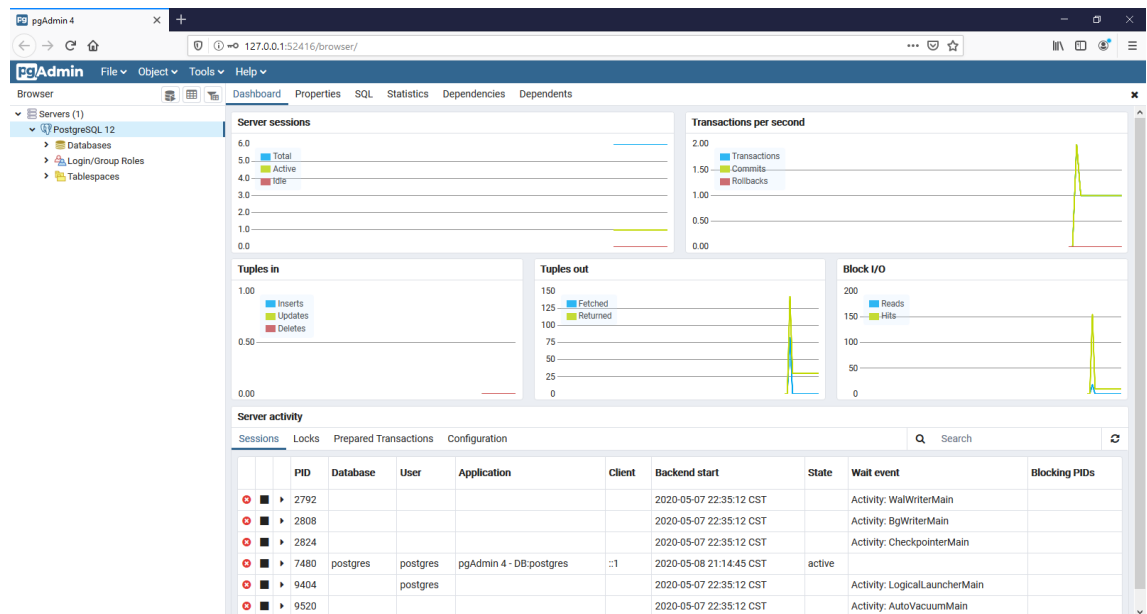


Figura 6. Interfaz pgAdmin. Fuente: PostgreSQL – pgAdmin.

- Con los pasos anteriores, se ha logrado ingresar dentro de la interfaz de pg Admin (PostgreSQL).

### Creación de una nueva conexión a un servidor (localhost)

- Se selecciona en el panel de la izquierda: Servers > clic derecho > Create > Server
- Se despliega la ventana: Create – Server
- En dicha ventana, en la pestaña: General, se ingresa el nombre para identificar el Servidor. Para este caso se utiliza como nombre: **eit\_server**

Nota: Es importante no usar mayúsculas, tildes ni eñes.

- Siempre en la misma ventana, en la pestaña: Connection > se ingresan los siguientes valores:



- Host name/address: localhost (se usa localhost para este caso de prueba, pero si se conoce la “IP” de un servidor en particular, se anotaría en este campo).
- Port: 5432 (el puerto puede ser cambiado).
- Username y Password: postgres (para este caso de prueba)

The image shows a 'Create - Server' dialog box with the 'Connection' tab selected. The fields are as follows:

Field	Value
Host name/address	localhost
Port	5432
Maintenance database	postgres
Username	postgres
Password	••••••••
Save password?	<input type="checkbox"/>
Role	
Service	

At the bottom of the dialog are buttons for 'Cancel', 'Reset', and 'Save'.

Figura 7. Creación de una nueva conexión a un servidor (localhost). Fuente: PostgreSQL – pgAdmin.

5. > Save

## Preparación una Base de Datos

1. Se despliega: eit\_server > se selecciona: Databases (1) > clic derecho > Create > Database...
2. En la ventana Create-Database, en la pestaña: General > se ingresa en el campo: “Database” algún nombre que identifique una base de datos, sea

esta de algún tema o institución en particular. Para este caso se utiliza como nombre genérico: eit\_database1

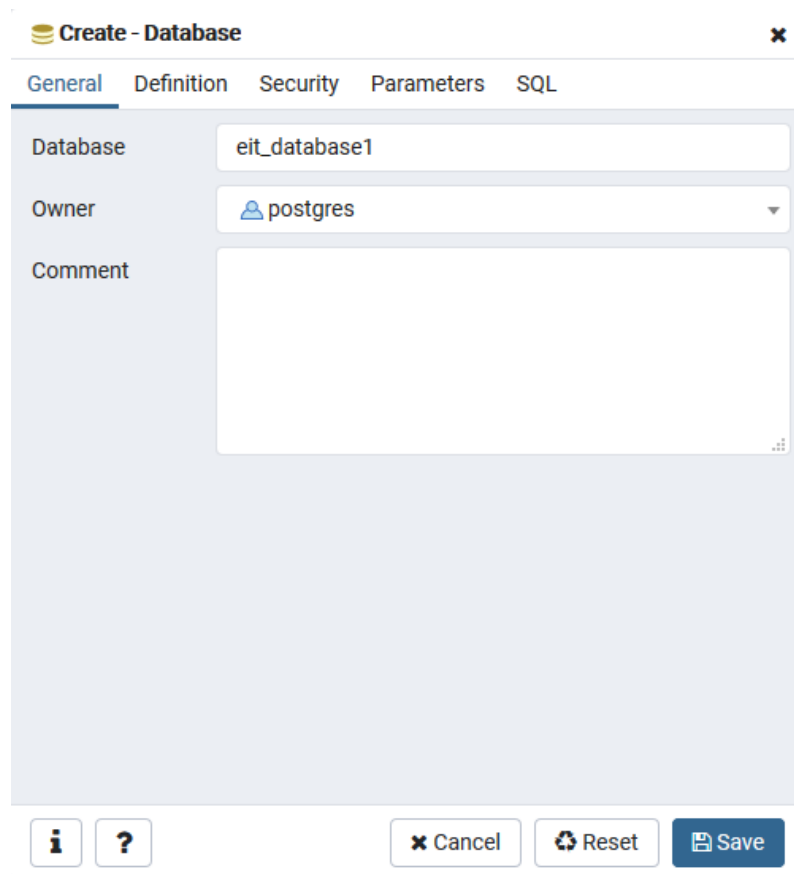
The image shows a 'Create - Database' window from the pgAdmin application. It has a title bar with a close button. Below the title bar are five tabs: 'General', 'Definition', 'Security', 'Parameters', and 'SQL'. The 'General' tab is active. Inside the 'General' tab, there are three fields: 'Database' with the text 'eit\_database1', 'Owner' with a dropdown menu showing 'postgres', and a large empty text area for 'Comment'. At the bottom of the window, there are four buttons: an information icon, a help icon, a 'Cancel' button, a 'Reset' button, and a 'Save' button.

Figura 8. Preparación de una Base de Datos. Fuente: PostgreSQL – pgAdmin.

3. > Save

### Habilitación de las capacidades espaciales de la base de datos

1. Se despliega la base datos creada en los pasos anteriores “eit\_database1 > se selecciona “Extensions” > clic derecho > Create > Extension
2. En la venta Create – Extension, en la pestaña: General y en el campo: “Name” > Se selecciona de la lista desplegable: **postgis**

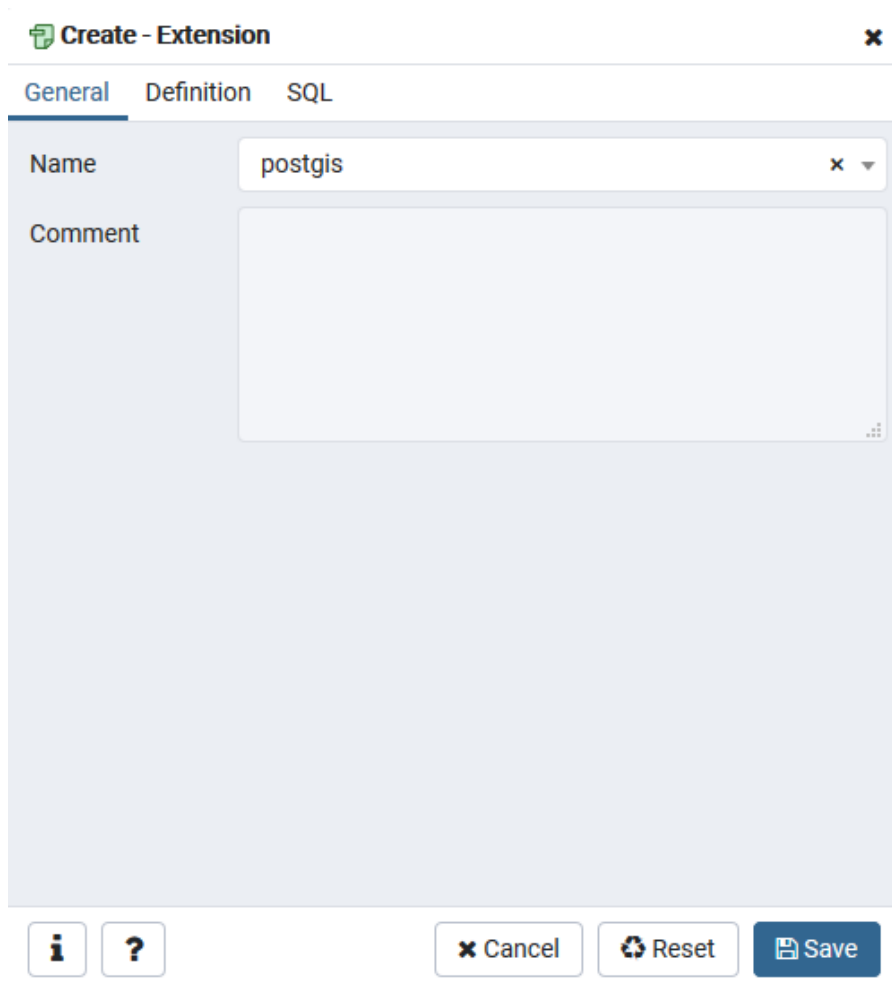


Figura 9. Habilitación de las capacidades espaciales de la base de datos. Fuente: PostgreSQL – pgAdmin.

3. > Save

### Creación del esquema (schema)

Los esquemas están dentro de las bases de datos (Databases) y es dentro de los esquemas que se logra visualizar las capas o tablas de forma espacial.

1. Se selecciona en el panel de la izquierda: eit\_database1 > Schemas > Create > Schema...
2. Para este ejemplo, se ingresa el nombre: “esquema1”, en el campo: Name

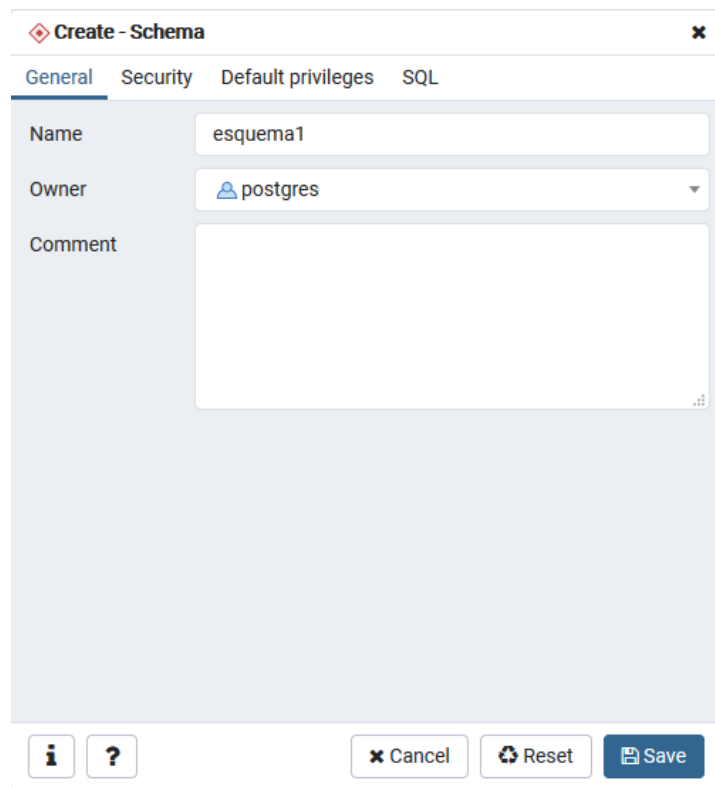


Figura 10. Creación del esquema (schema). Fuente: PostgreSQL – pgAdmin.

3. Se observa en la ventana anterior que el propietario o creador es por defecto “postgres”. Existe la posibilidad de crear roles de usuarios, principalmente por motivos de seguridad y administración de los datos y tareas. Para este ejemplo en particular, se procede con las opciones de manera predeterminada.

4. > Save

### **Conexión QGIS con PostGIS**

1. En la interfaz de QGIS > en el panel: “Navegador” > se busca la opción: PostGIS > clic derecho > Conexión nueva...

Nota: Para este ejemplo se utiliza la capa “Límite Provincial 1:5mil” proveniente del SNIT, mediante servicio WFS. Dicha capa se renombra usando como nombre: provincias\_cr, en formato .shp

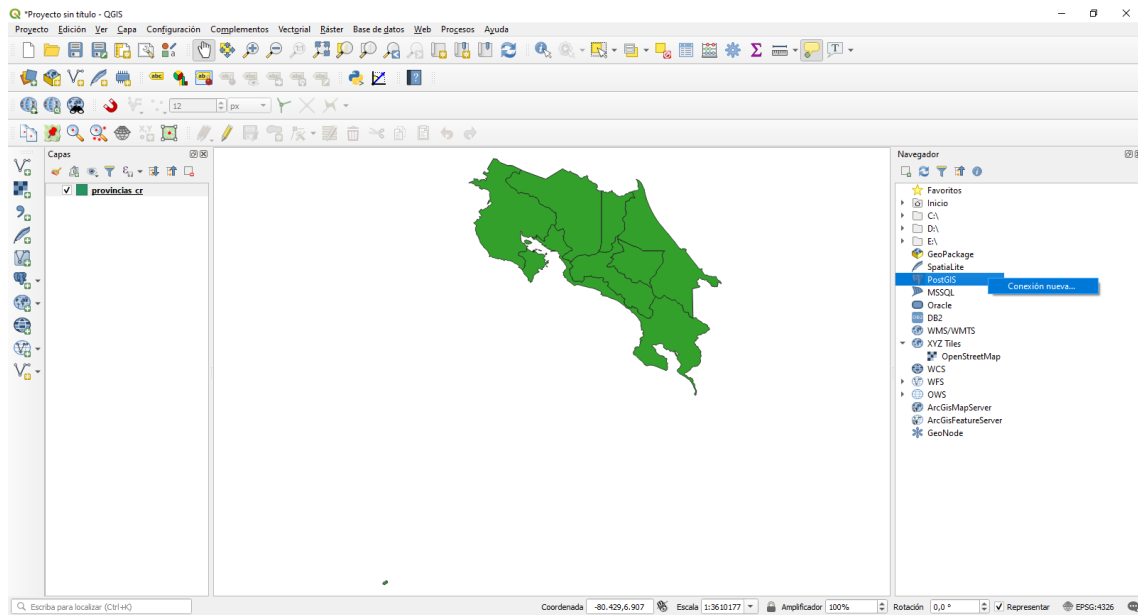


Figura 11. Conexión QGIS con PostGIS. Fuente: QGIS y SNIT.

2. Se completan los siguientes campos:

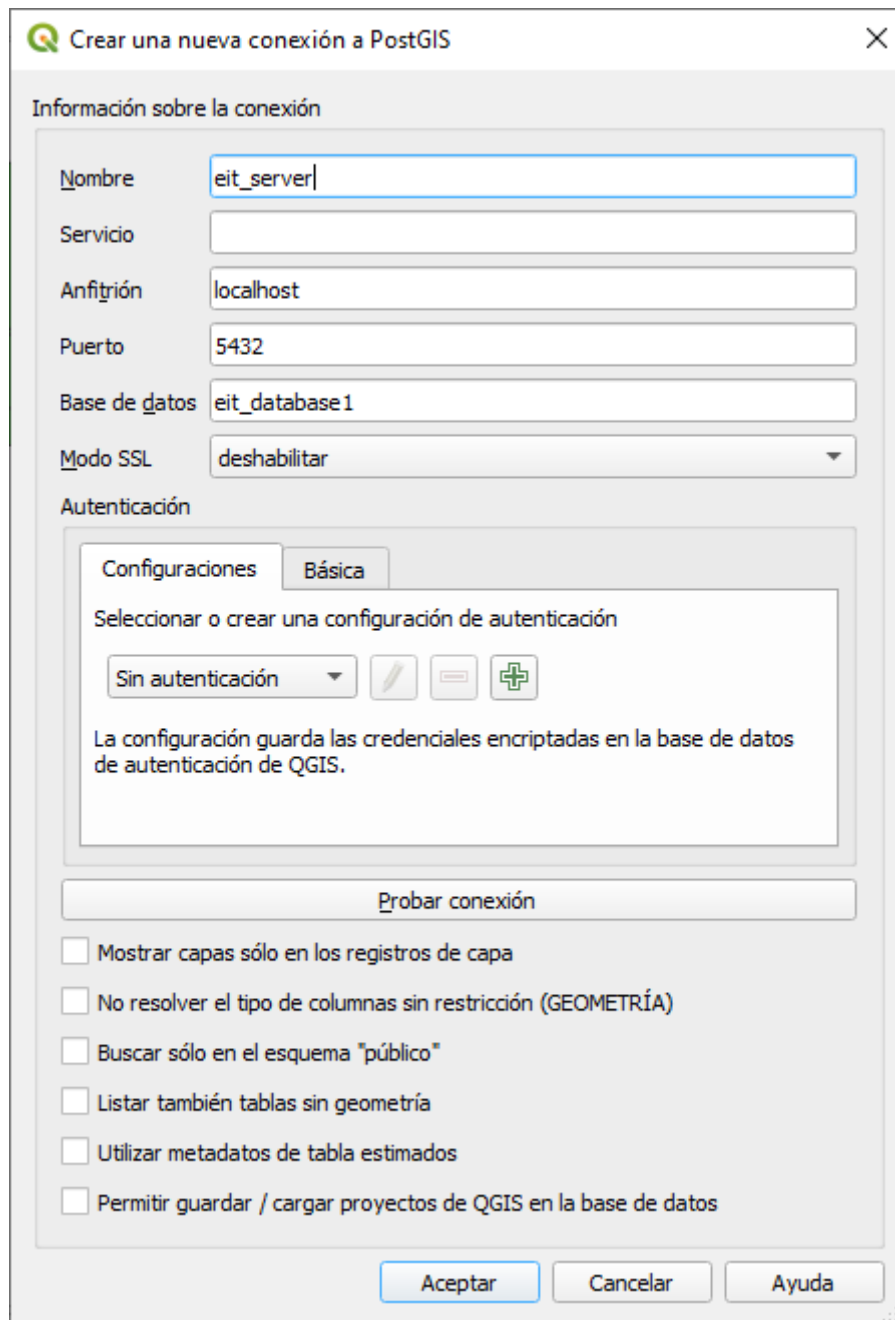



Figura 12. Creación de una nueva conexión con PostGIS. Fuente: QGIS.

3. > Aceptar

4. En el mismo panel: Navegador de QGIS > se despliega la conexión y se podrá observar el "esquema1" > al hacer clic sobre el esquema1 > se solicita el usuario y contraseña: postgres

Aunque es posible seleccionar las capas, arrastrar y dejar caer las capas cartográficas sobre este *esquema1*; se recomienda utilizar el menú: Base de datos > Administrador de bases de datos... 

5. Dentro de la ventana: Administrador de BBDD

6. Se despliega PostGIS > eit\_database1 y se selecciona: esquema1, tal y como se muestra en la siguiente Figura 13.

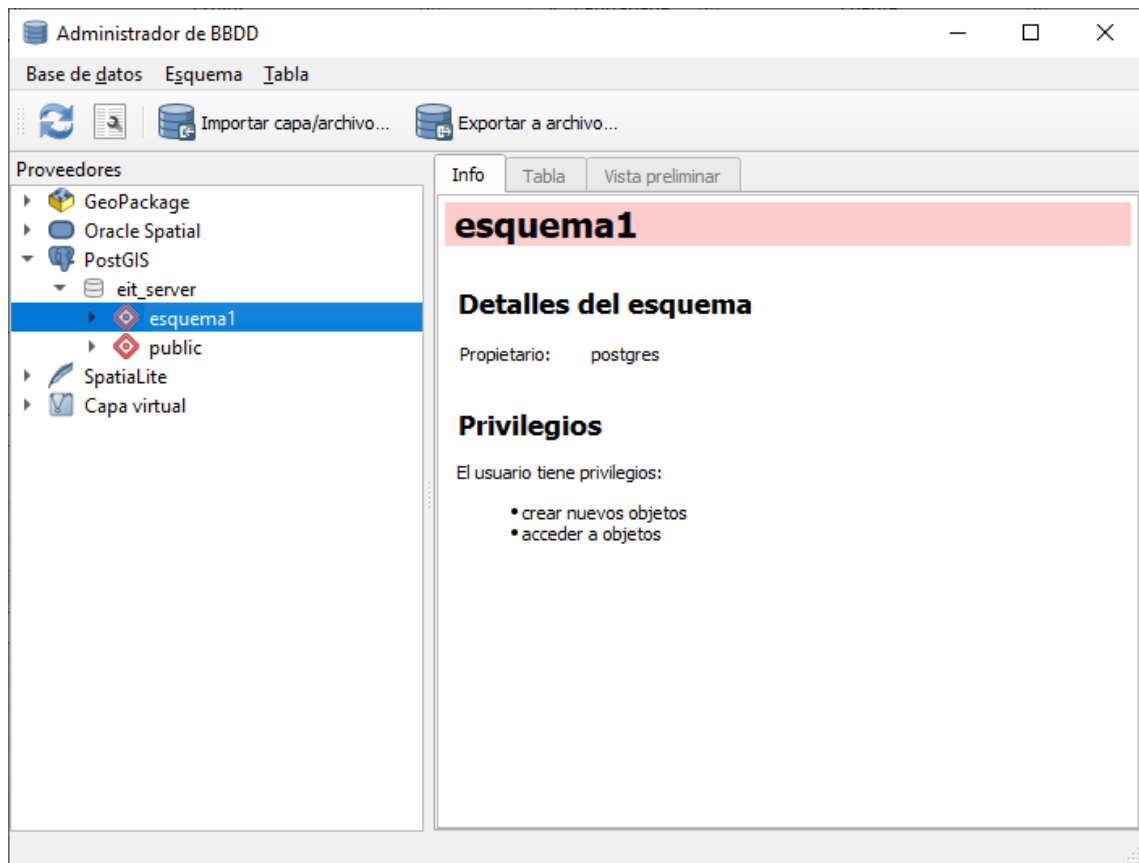


Figura 13. Ventana Administrador de BBDD. Fuente: QGIS.

7. > Clic en el botón: Importar capa/archivo...

8. > Se selecciona la siguiente capa: provincias\_cr

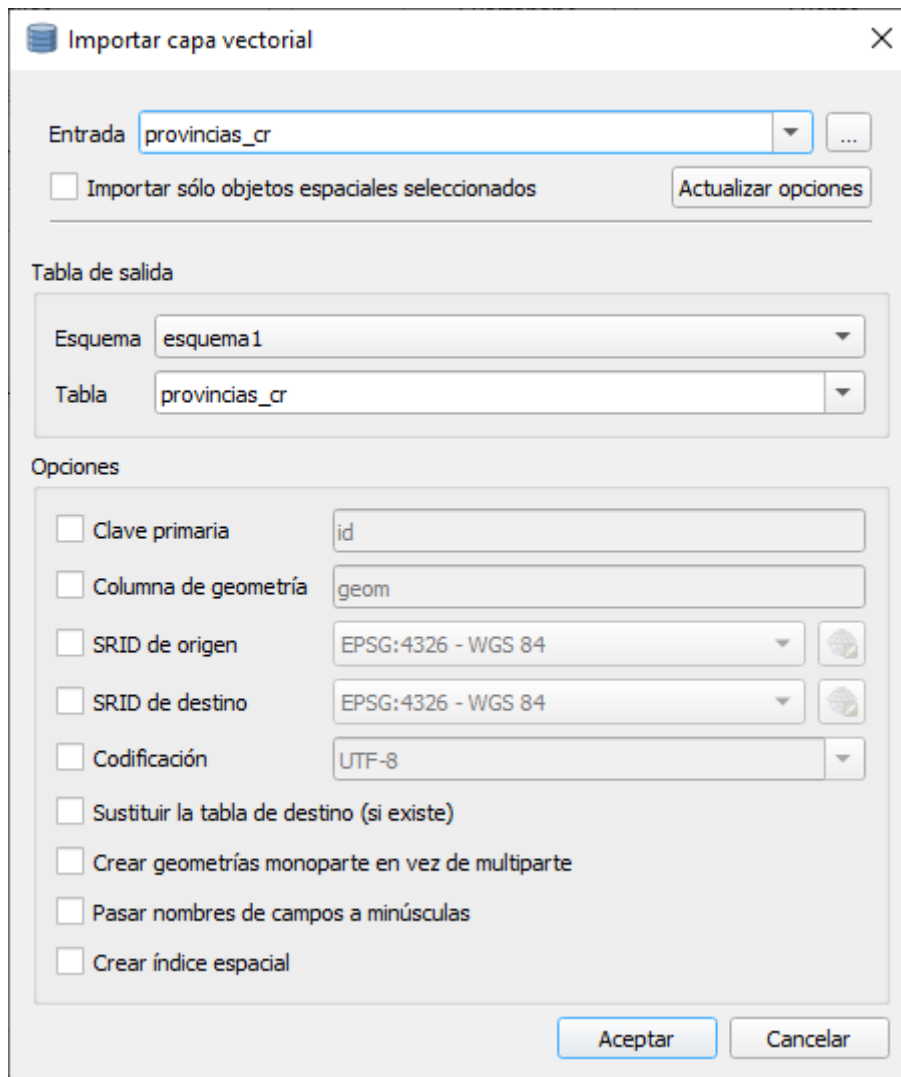



Figura 14. Ventana Importar capa vectorial. Fuente: QGIS.

9. > Aceptar y se debe obtener un mensaje en el cual se indica que la importación a la base de datos tuvo éxito.



## Revisando PostgreSQL

1. De nuevo en PostgreSQL > se busca dentro del “esquema1” > **Tables**
2. Se selecciona: provincias\_cr > clic derecho > View/Edit Data > All Rows
3. Se selecciona el siguiente icono  que se encuentra en la columna: geom y se obtiene una imagen de la capa espacial.

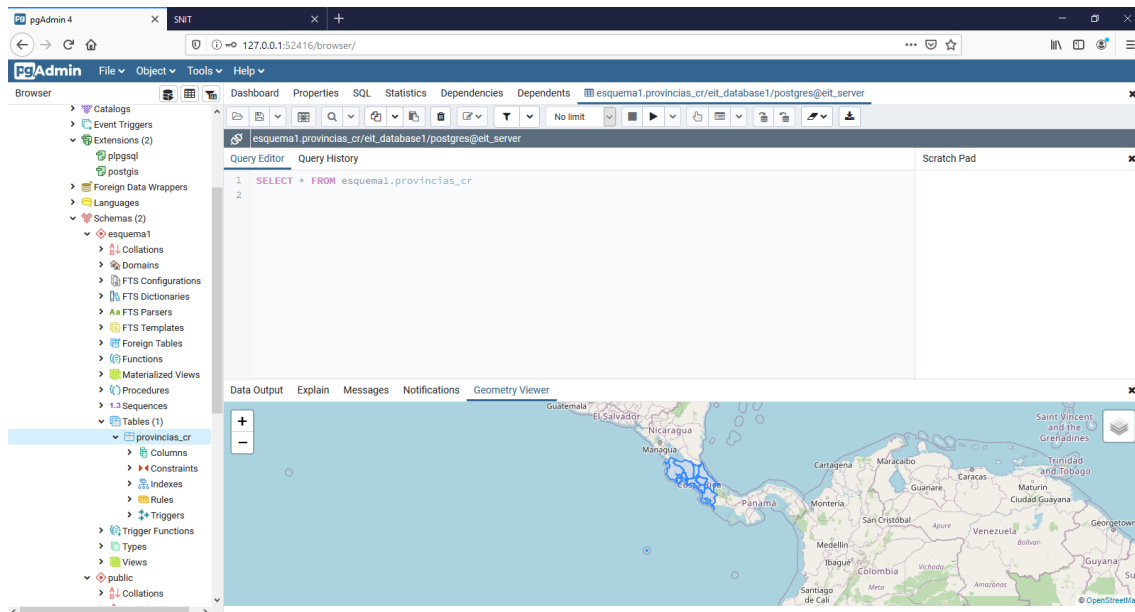


Figura 15. Revisión de una tabla espacial en pgAdmin. Fuente: PostgreSQL – pgAdmin.

Las capas han quedado respaldadas en el administrador de la base de datos “PostGIS”, con lo cual, ahora es posible crear un proyecto nuevo en QGIS y desde la conexión establecida con PostGIS, se pueden obtener las capas que se hayan respaldado en PostGIS.

Luego la conexión entre QGIS y PostgreSQL es mas directa y estable, lo que mejora la comunicación entre softwares y facilita las actualizaciones.

#### 4.4 Servidor de mapas: GeoServer

##### Pasos para la Descarga e Instalación del programa GeoServer.

GeoServer está escrito en Java y por lo tanto se debe instalar previamente Java 8 o Java 11, específicamente el JRE (Java Runtime Environment) para que funcione como entorno de ejecución, lo que viene a funcionar como una máquina virtual que hace que las aplicaciones hechas con Java puedan ser leídas por el sistema operativo en uso. Java es un lenguaje de programación y se puede descargar de forma libre en dos presentaciones: JDK o JRE, estos dos difieren únicamente en que la presentación JDK es un kit que contiene herramientas de desarrollo, entre ellas el JRE.

Ya que no todos los servidores de mapas son compatibles con todos los sistemas operativos posibles o existentes, es importante rastrear la compatibilidad de versiones entre programas.

Para adquirir el programa libre GeoServer, se ingresa en la siguiente dirección: [www.geoserver.org](http://www.geoserver.org). Los medios de instalación se pueden obtener para diferentes sistemas operativos.

Para el caso de Windows, existen al menos tres formas de instalación:

1. Hasta la versión 2.14.3, se disponía de un instalador .exe para Windows.
2. Usando un binario independiente de la plataforma y corresponde a una aplicación web.
3. GeoServer es un módulo *servlet* que puede ser instalado sobre servidores de aplicaciones como Apache Tomcat, siendo esta última forma de instalación la más recomendada.

Los pasos de instalación para las dos primeras opciones se pueden consultar en la sección de Apéndice 4.



A continuación, se procede a explicar la tercera opción de instalación, la cual corresponde en usar Apache Tomcat como servidor de aplicación.

## Requisitos previos:

### 1. Java

Lo primero que se debe de instalar es Java 8 o Java 11. La explicación de la instalación y configuración de las variables se explica en el apartado de Apéndice 4.

### 2. Se procede a descargar los dos siguientes recursos de instalación:

-  **apache-tomcat-9.0.35**
-  **geoserver-2.17.0-war**

### Apache Tomcat 9.0.35

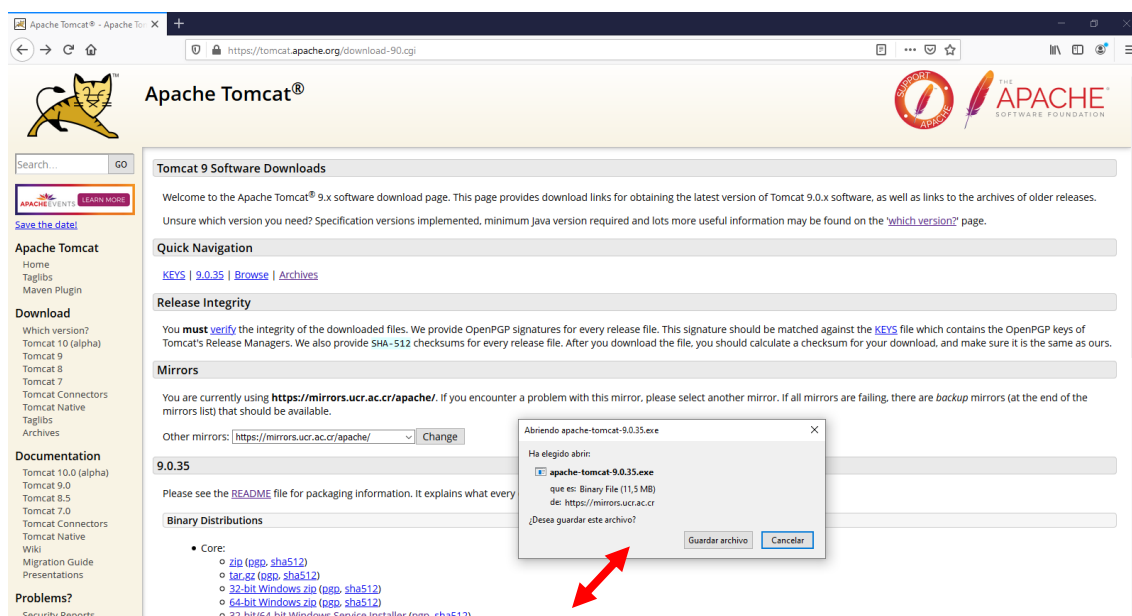


Figura 16. Interfaz de descarga de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat.

## GeoServer 2.17

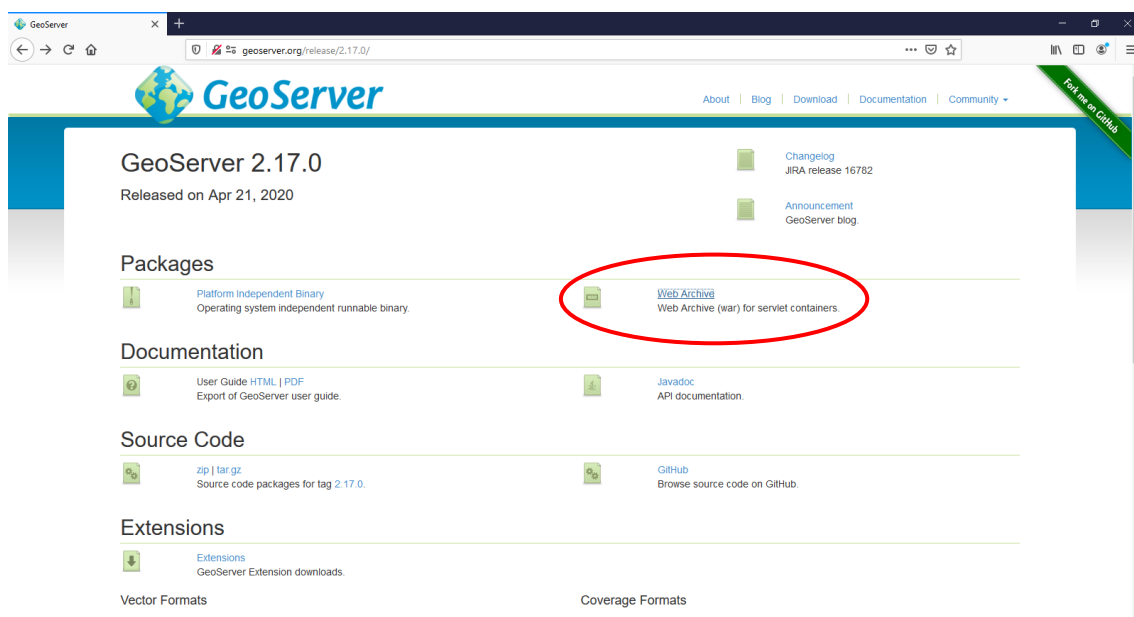



Figura 17. Interfaz de descarga del programa GeoServer. Fuente: GeoServer.

Los dos anteriores archivos de instalación se pueden colocar en cualquier carpeta del ordenador.

### Instalación de Apache Tomcat 9.0.35

Apache Tomcat es un contener para ejecutar servlets (clase en el lenguaje de programación Java) de Java y así compilar y ejecutar aplicaciones web realizadas en Java.

1. Se ubica el siguiente archivo:  [apache-tomcat-9.0.35](#), se da doble clic sobre el mismo e inician las ventanas de instalación.

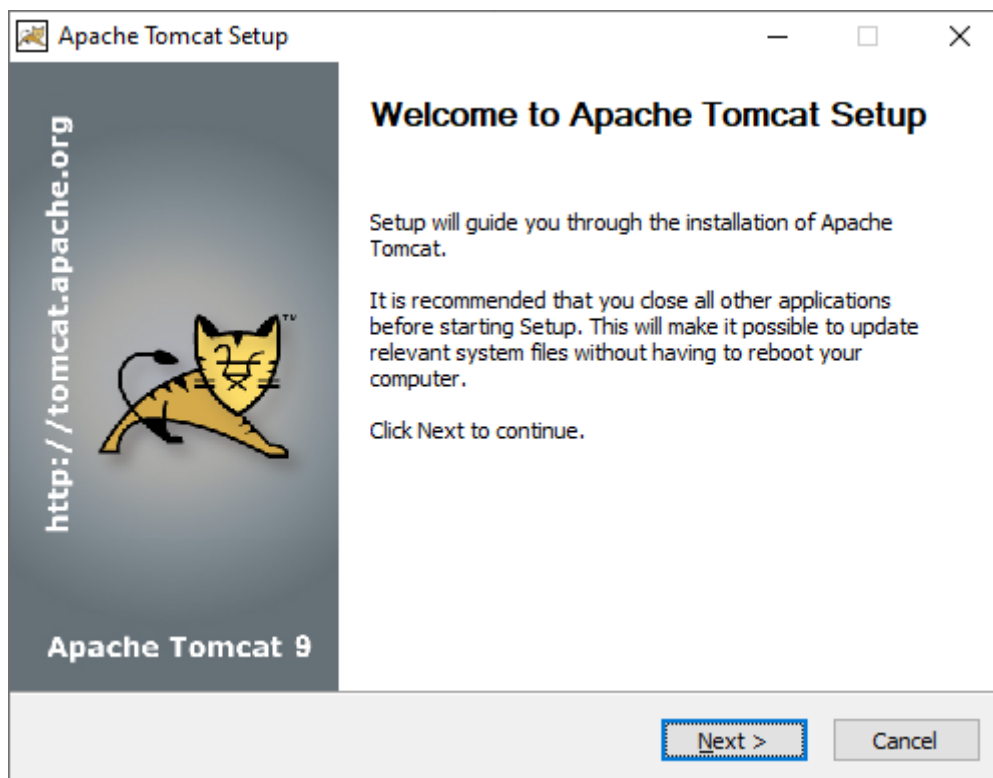


Figura 18. Ventana de Instalación de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat.

> Next

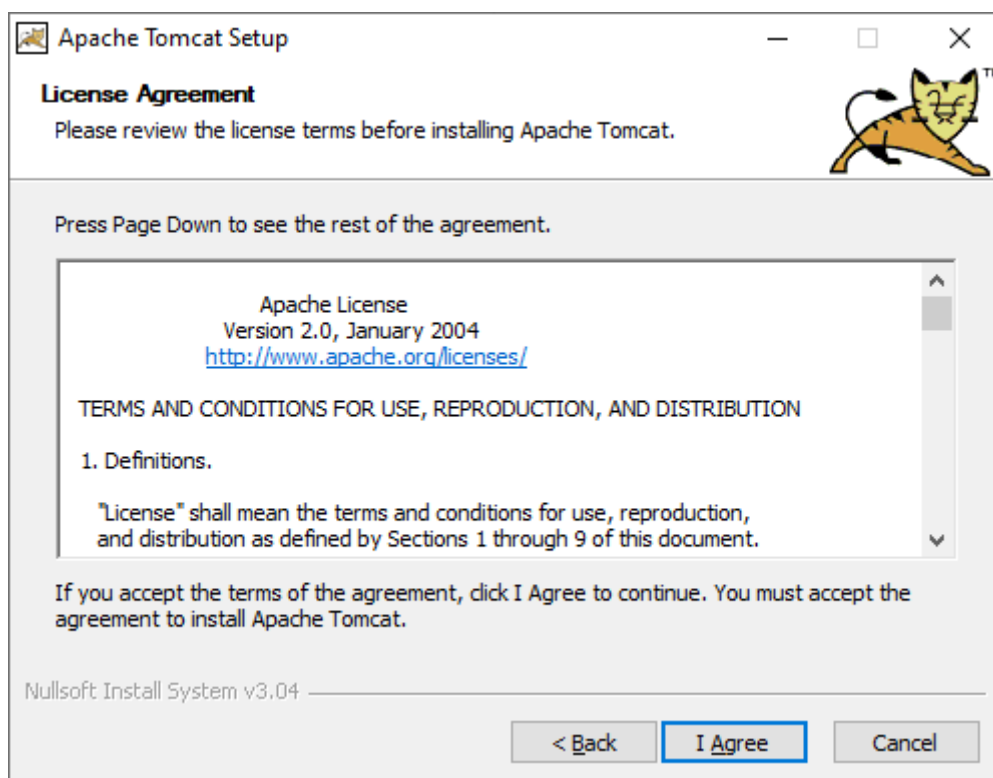


Figura 19. Ventana de Instalación de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat.

> Next

2. Se seleccionan las siguientes casillas:

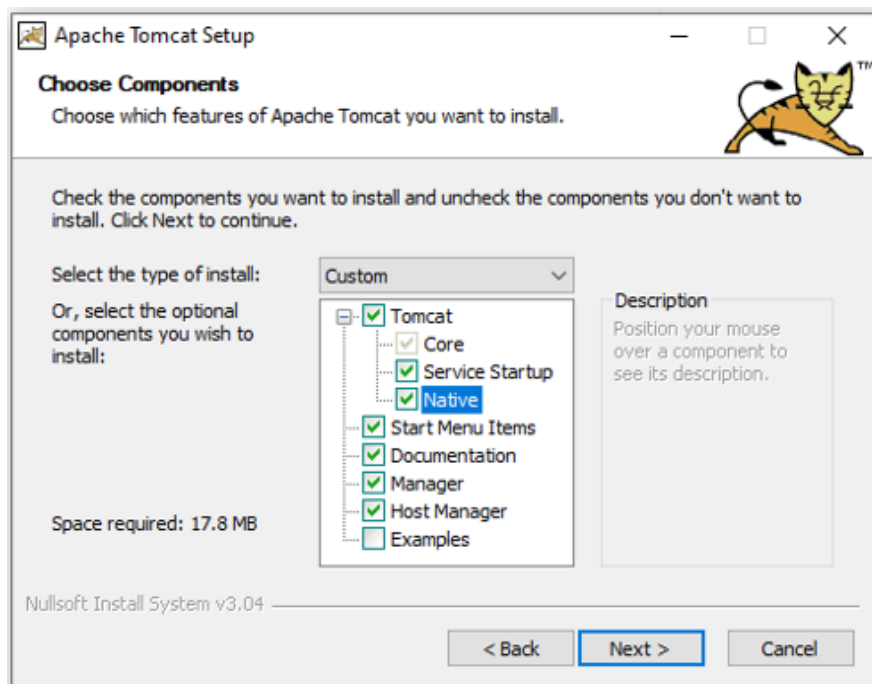


Figura 20. Ventana de Instalación de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat.

3. Se editan los siguientes campos:

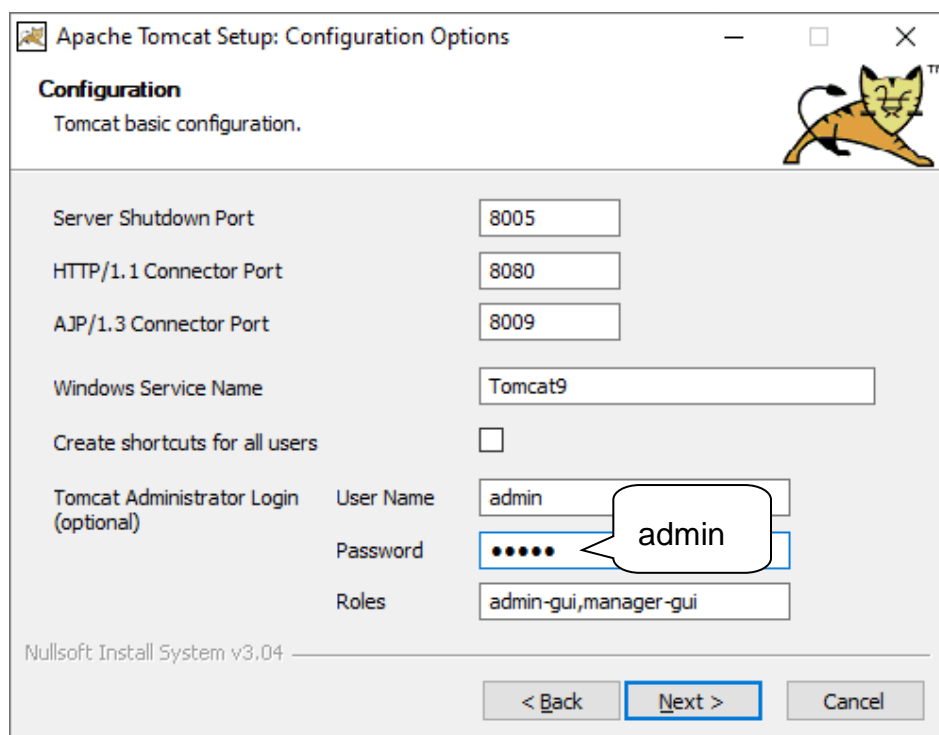


Figura 21. Configuraciones de los puertos y claves de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat.

> Next

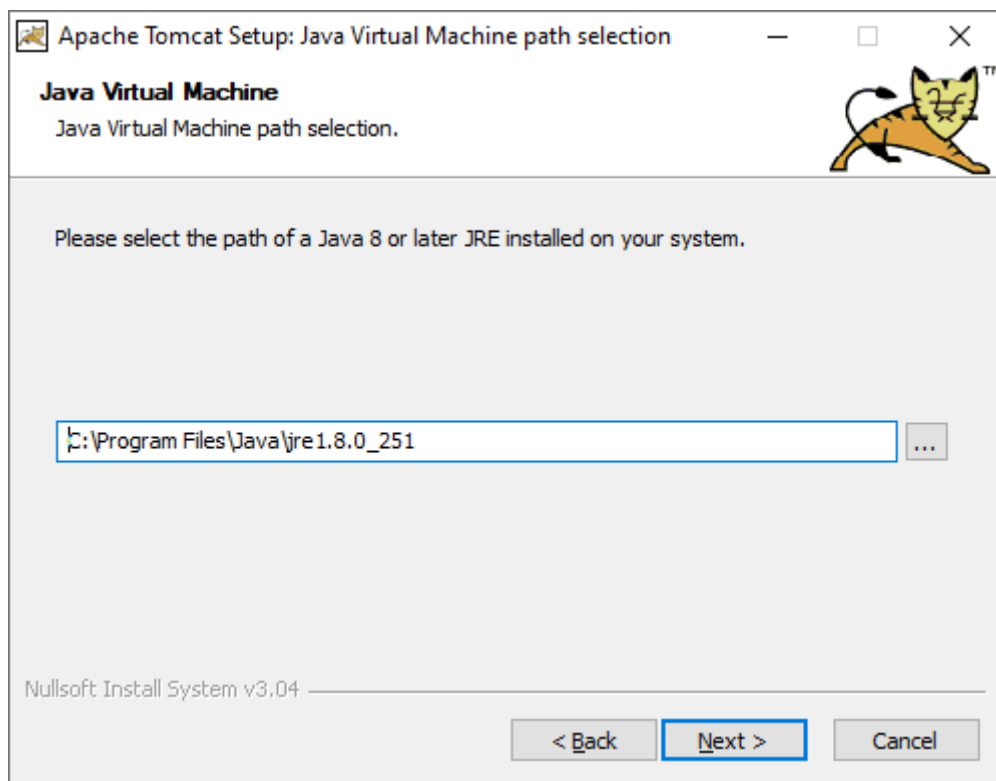


Figura 22. Especificación de la ruta de la máquina virtual Java. Fuente: Apache Tomcat.

> Next

> Install

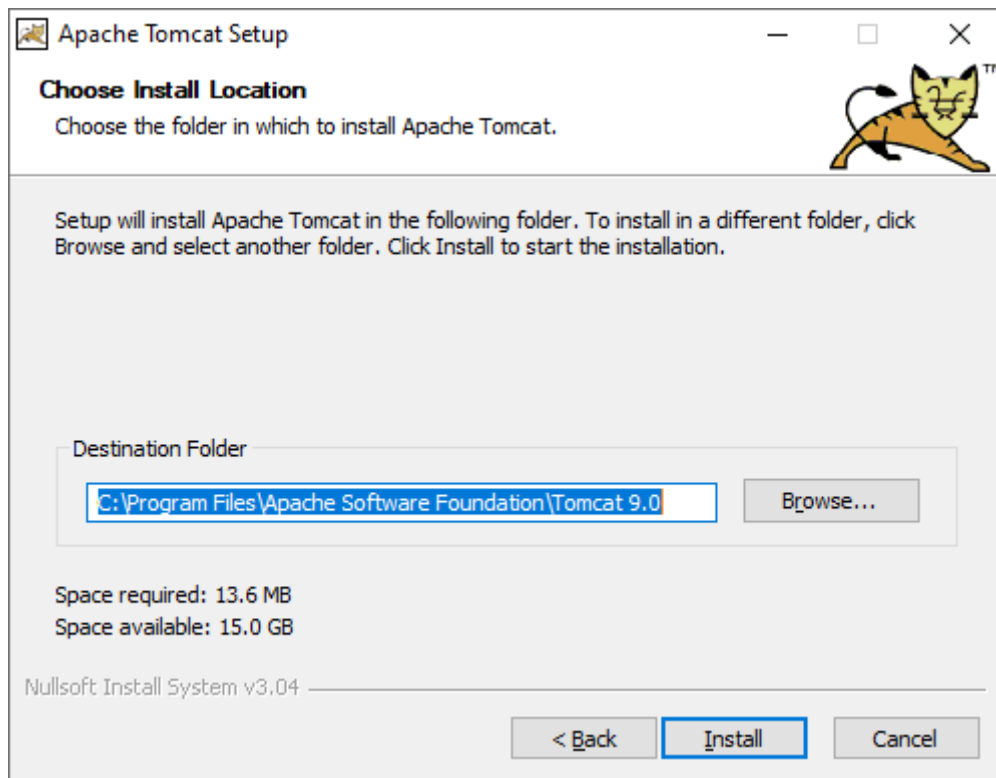


Figura 23. Ventana de Instalación de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat.

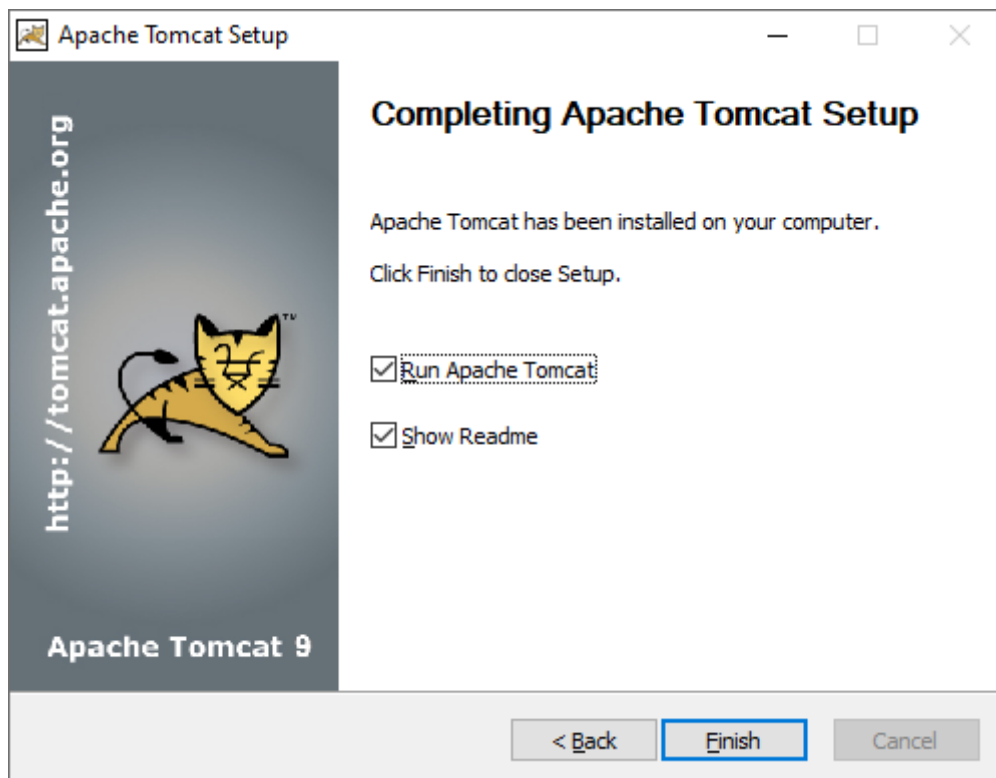


Figura 24. Ventana de Instalación de la aplicación Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat.



4. Clic en el botón: Finish
5. Se ingresa en el campo de direcciones: localhost: 8080
6. Se debe obtener el siguiente mensaje:

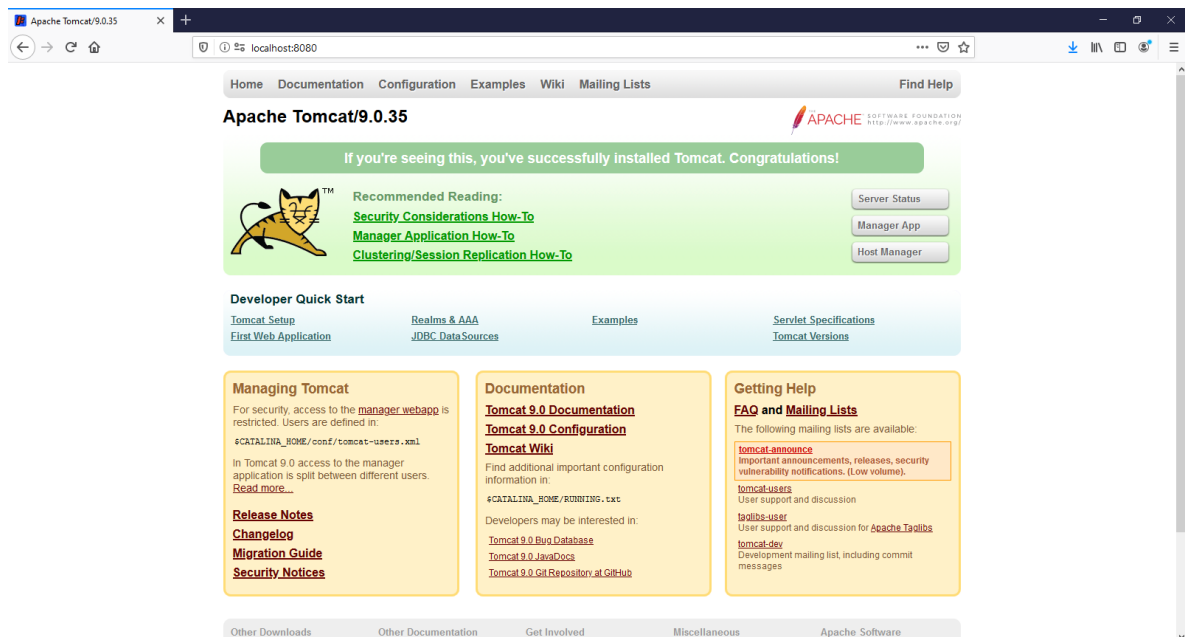



Figura 25. Comprobación del servidor Apache Tomcat. Fuente: Apache Tomcat.

## 4.5 Instalación de GeoServer

1. Se ubica la siguiente carpeta comprimida:  **geoserver-2.17.0-war**
2. Se descomprime y se busca el archivo: **geoserver.war**, en la siguiente carpeta:

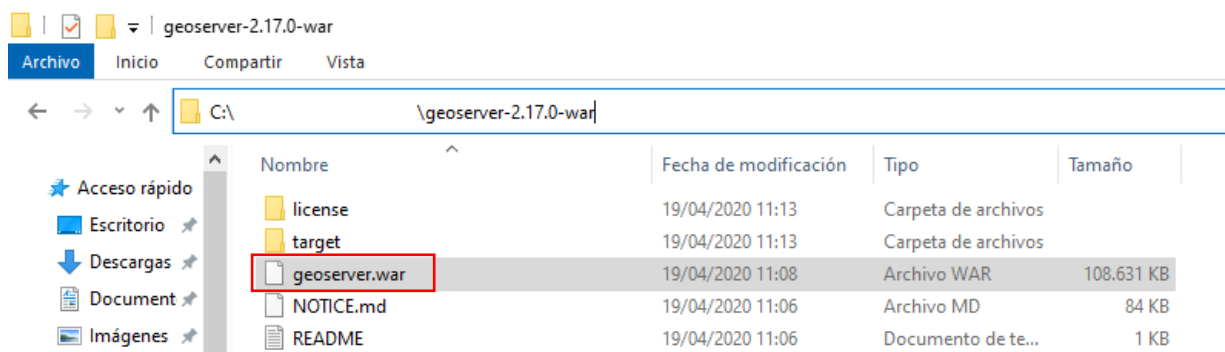


Figura 26. Ubicación del archivo de instalación de GeoServer. Fuente: Elaboración propia.

3. Se copia el archivo geoserver.war y se pega en la carpeta: \Program Files\Apache Software Foundation\Tomcat 9.0\_Tomcat9.0.35\webapps

## Reinicio del Servicio

1. En el buscador de Windows, se ingresa la palabra: servicios
2. Se despliega la ventana “Servicios”.
3. Se busca el servicio: Apache Tomcat > clic derecho y se selecciona la opción: Reiniciar

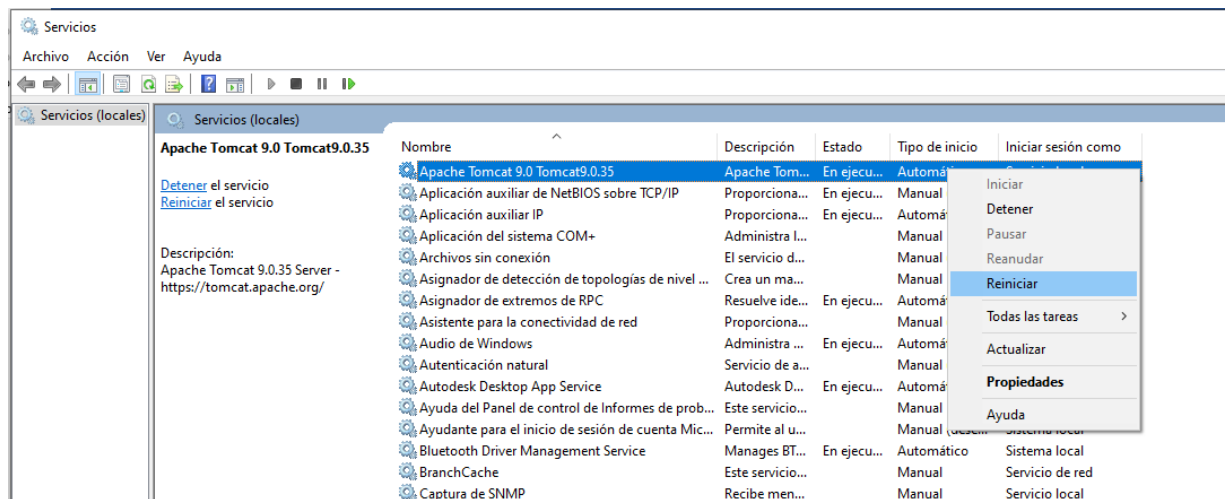


Figura 27. Reinicio del servicio Apache Tomcat. Fuente: Windows 10.

## Inicio y entrada a la interfaz de GeoServer

Se escribe en la barra de direcciones la siguiente dirección:

**http://localhost:8080/geoserver/web**

Se ingresan las contraseñas que, para casos de desarrollo, usualmente se utilizan las siguientes:

Username: admin

Password: geoserver

No obstante, es necesario aclarar, que para IDEs organizacionales estas contraseñas y configuraciones de desarrollo TI cambian, principalmente para cumplir protocolos de seguridad informática.

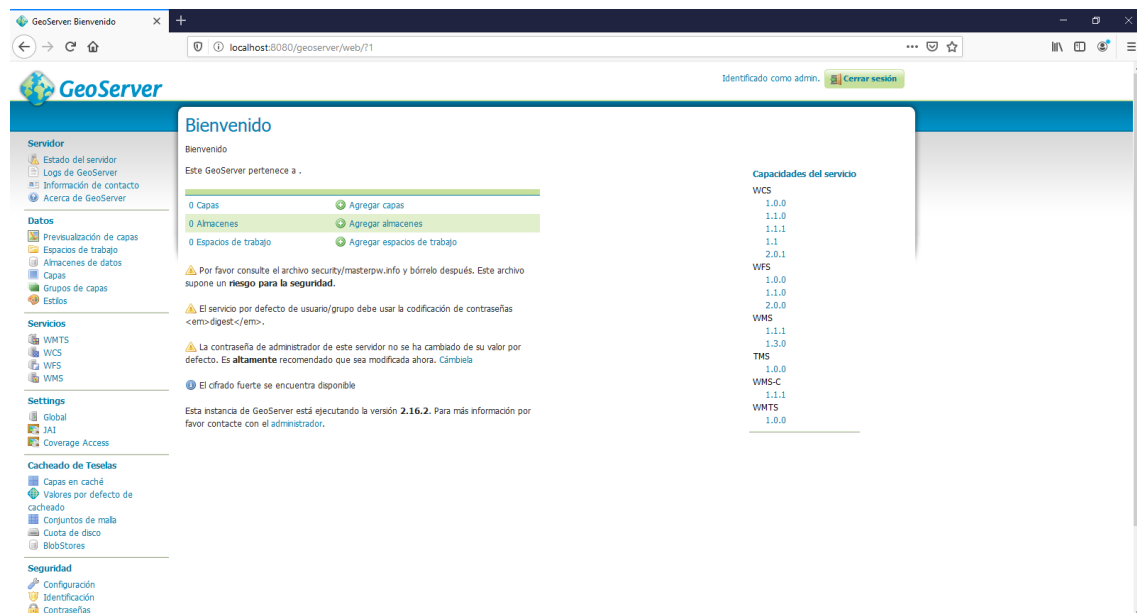
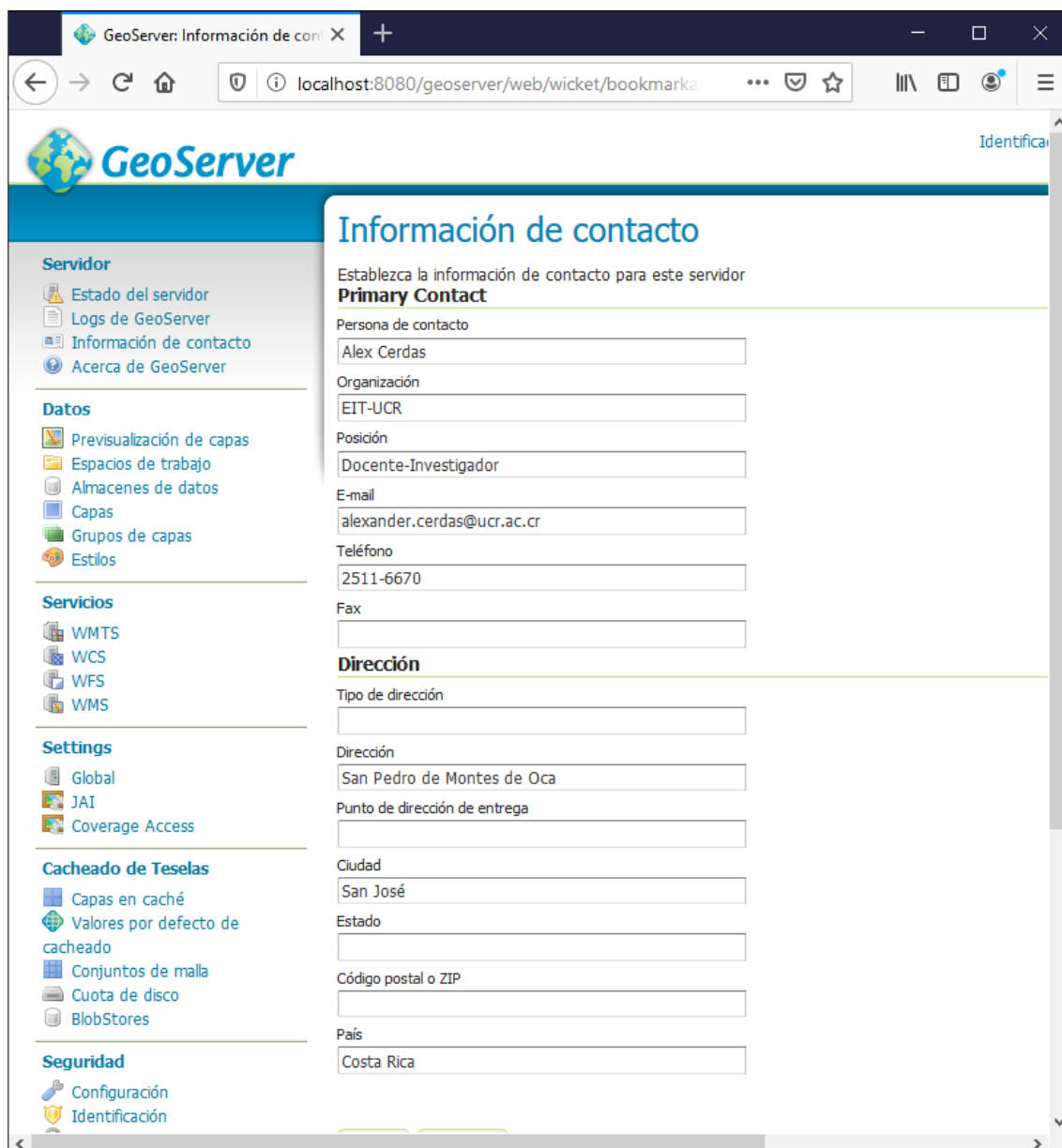


Figura 28. Interfaz de GeoServer. Fuente: GeoServer.

## 4.6 Configuración y secciones de GeoServer

### Información de contacto

Es necesaria, para establecer los medios de comunicación entre usuarios.



GeoServer: Información de con X

localhost:8080/geoserver/web/wicket/bookmarka

Identifica

### Información de contacto

Establezca la información de contacto para este servidor

#### Primary Contact

Persona de contacto

Alex Cerdas

Organización

EIT-UCR

Posición

Docente-Investigador

E-mail

alexander.cerdas@ucr.ac.cr

Teléfono

2511-6670

Fax

#### Dirección

Tipo de dirección

Dirección

San Pedro de Montes de Oca

Punto de dirección de entrega

Ciudad

San José

Estado

Código postal o ZIP

País

Costa Rica

**Servidor**

- Estado del servidor
- Logs de GeoServer
- Información de contacto
- Acerca de GeoServer

**Datos**

- Previsualización de capas
- Espacios de trabajo
- Almacenes de datos
- Capas
- Grupos de capas
- Estilos

**Servicios**

- WMTS
- WCS
- WFS
- WMS

**Settings**

- Global
- JAI
- Coverage Access

**Cacheado de Teselas**

- Capas en caché
- Valores por defecto de cacheado
- Conjuntos de malla
- Cuota de disco
- BlobStores

**Seguridad**

- Configuración
- Identificación

Figura 29. Ventana de Información de Contacto en GeoServer. Fuente: GeoServer.

## Datos

La administración de datos se puede configurar y gestionar de diversas maneras, a continuación, se detalla cada una de las opciones:

### Espacios de trabajo



Se utiliza para organizar conjuntos de datos o capas cartográficas, de acuerdo algún criterio, tipo de clasificación, formato o tipo de servicio.

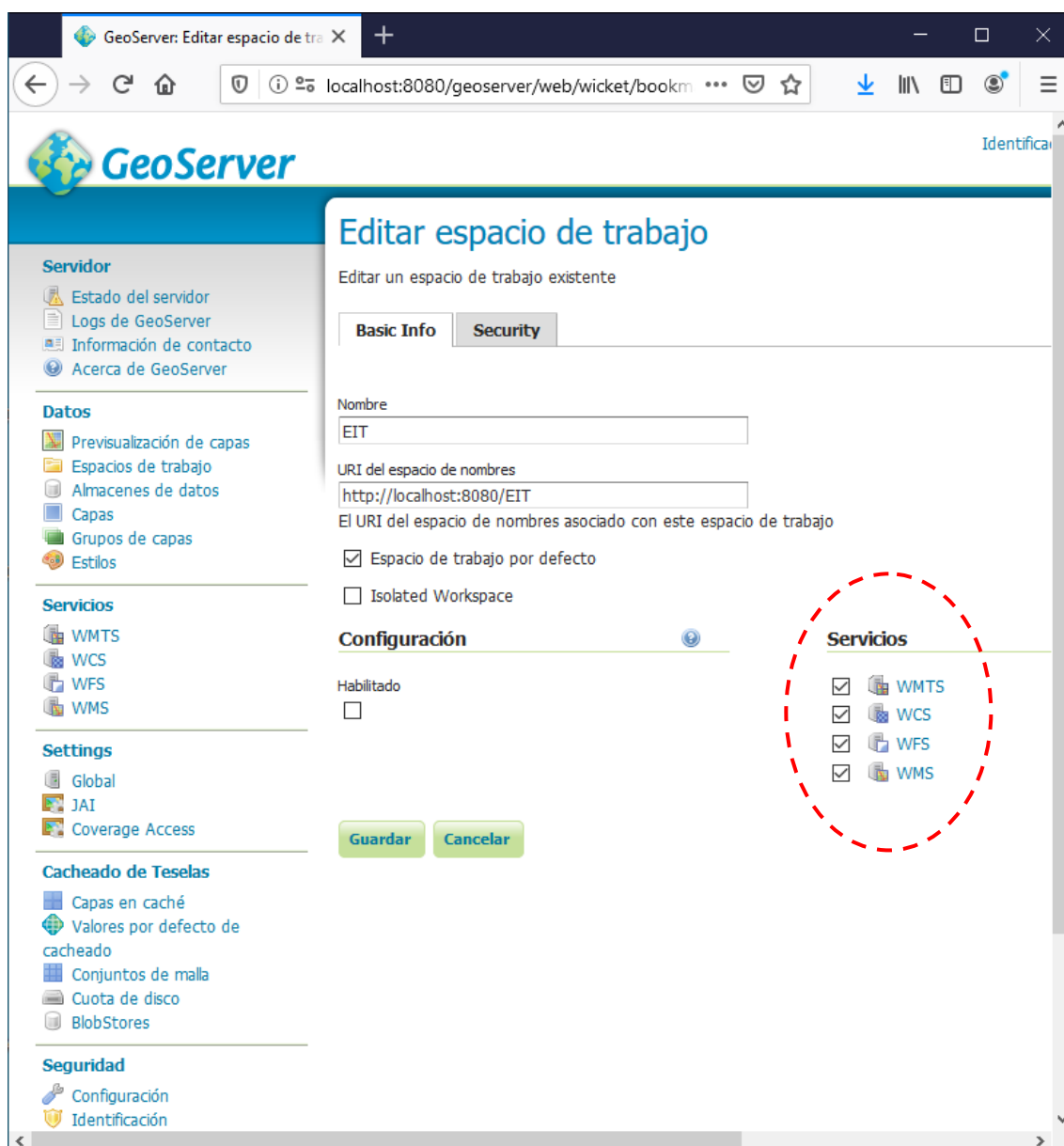
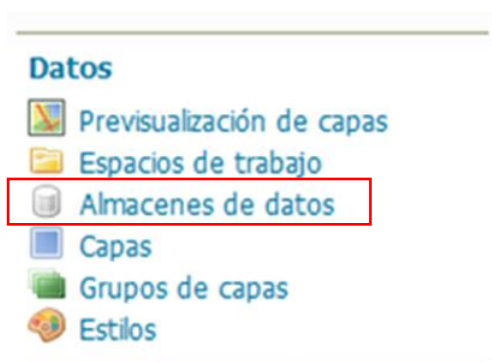


Figura 30. Configuración del Espacio de trabajo. Fuente: GeoServer.

También si se requiere configurar los servicios WMS o WFS, se procede en marcar las casillas que se observan en la parte de la derecha de la figura anterior.

## Almacenes de datos



Los “Almacenes de datos” están ligados a un “Espacio de trabajo” por lo que son conexiones posibles al alojamiento de los datos. Al momento de crear los “Almacenes de datos”, es posible seleccionar de una lista, opciones para importar datos en formato vectorial, ráster e inclusive desde servicios.

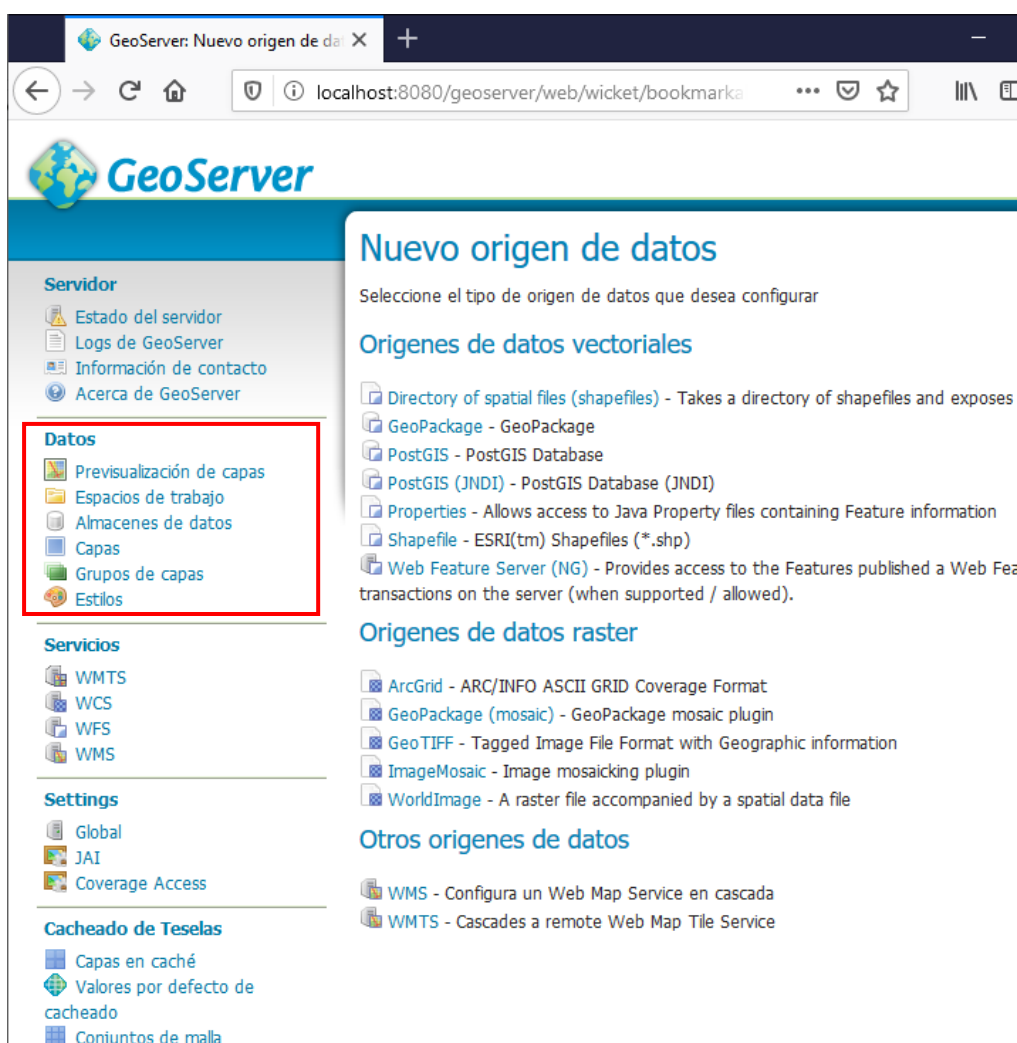


Figura 31. Configuración de un nuevo Almacén de datos. Fuente: GeoServer.

## Ejemplo de Importación de datos desde PostgreSQL a GeoServer

1. Se selecciona: Almacenes de datos > Agregar nuevo almacén
2. Se selecciona la opción: PostGIS Database
3. Para este ejemplo, se completan los siguientes campos, los cuales están relacionados a la interfaz de pgAdmin.



The screenshot shows the GeoServer web interface in a browser window. The browser tabs include 'pgAdmin 4' and 'GeoServer: Nuevo origen de datos'. The address bar shows 'localhost:8080/geoserver/web/wicket/page?10'. The GeoServer logo is at the top left. The left sidebar contains a navigation menu with categories: Servidor, Datos, Servicios, Settings, Cacheado de Teselas, and Seguridad. The main content area is titled 'Nuevo origen de datos vectoriales' and contains the following fields and options:

- PostGIS** (selected)
- PostGIS Database**
- Información básica del almacén**
  - Espacio de trabajo \***: EIT (selected from a dropdown)
  - Nombre del origen de datos \***: eit\_PostGIS
  - Descripción**: (empty text box)
  - ☒ **Habilitado**
- Parámetros de conexión**
  - host \***: localhost
  - port \***: 5432
  - database**: eit\_database1
  - schema**: esquema1
  - user \***: postgres (highlighted in yellow)
  - passwd**: (masked with dots)
  - Espacio de nombres \***: http://localhost:8080/EIT
  - ☐ **Expose primary keys**
  - max connections**: 10
  - min connections**: (empty text box)

Figura 32. Configuración de un nuevo Almacén de datos - PostGIS. Fuente: GeoServer.

4. Se presiona “Guardar” y se obtienen las capas que se encuentran incluidas en la base de datos.



5. Se presiona la acción: **Publicación**, lo cual es un requisito fundamental para la utilización y visualización de la capa.
6. Se muestra otra interfaz con una serie de pestañas que permiten realizar algunas configuraciones necesarias, entre las cuales, para efectos operativos de visualización de la capa, se dirige a la siguiente sección:

Datos: Encuadres (nativo y Lat/Lon)

> Se presiona la opción: **Calcular desde los datos**

> **Guardar**

## Capas

Las capas son las que se muestran en el mapa o en el servicio y se cargan desde los “Almacenes de datos”. Estas deben pasar por la acción de “Publicación”, lo cual consiste, entre otras acciones, de establecer los recuadros de los sistemas de referencia de coordenadas, palabras claves, los metadatos, y el cacheado de teselas. Para este proyecto de investigación, se procede a establecer únicamente los recuadros de los sistemas de referencia de coordenadas, ya que es requisito fundamental para la representación y publicación espacial. La omisión de las demás acciones, no significa que no sean necesarias e importantes, pero para fines operativos de representación y prueba se limitó únicamente a lo explicado anteriormente.



Figura 33. Opciones para la gestión de capas. Fuente: GeoServer.

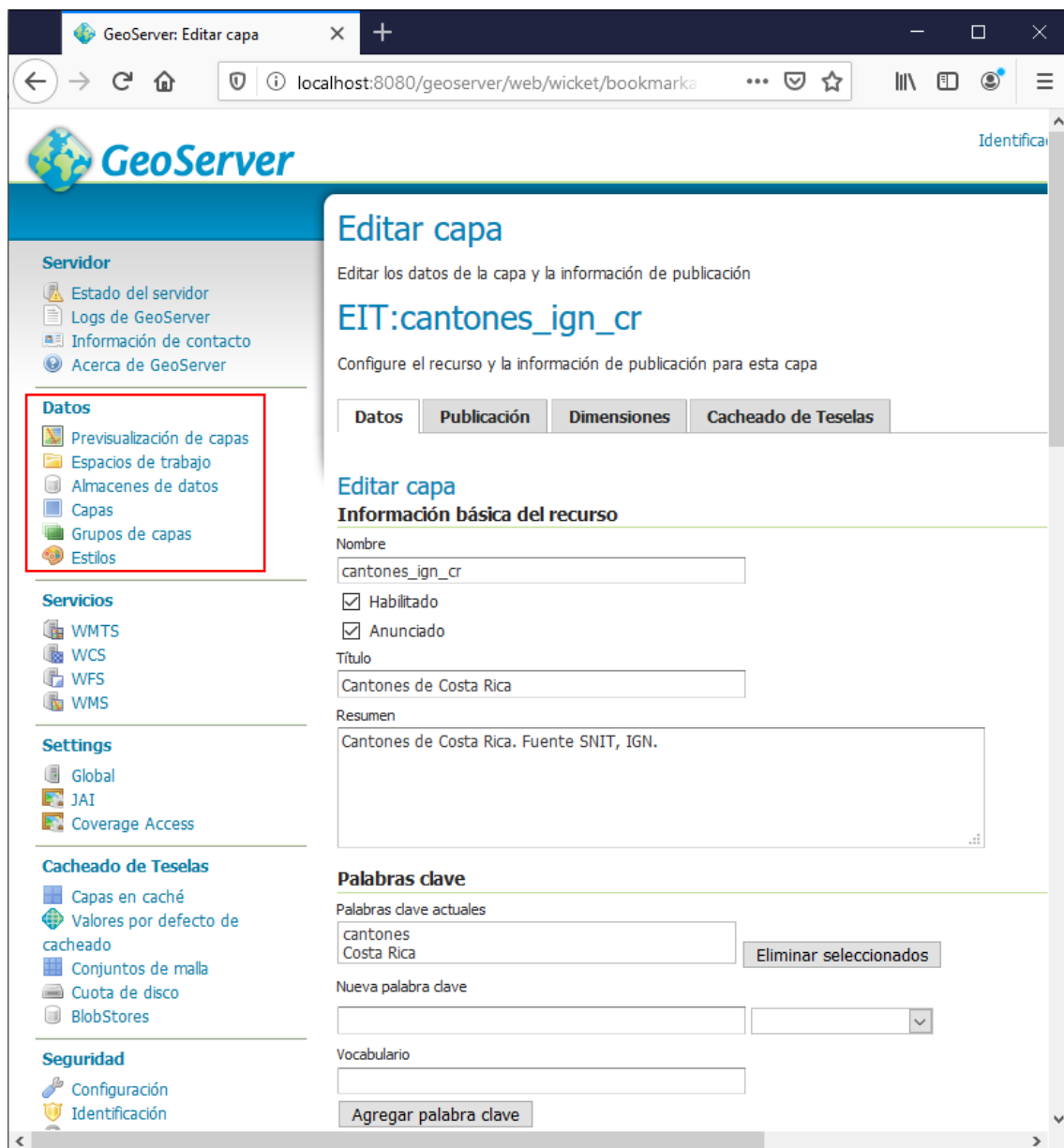


Figura 34. Carga y publicación de una capa. Fuente: GeoServer.

De igual forma se pueden cargar capas en formato vectorial como ráster, tal y como se muestra en la siguiente figura.

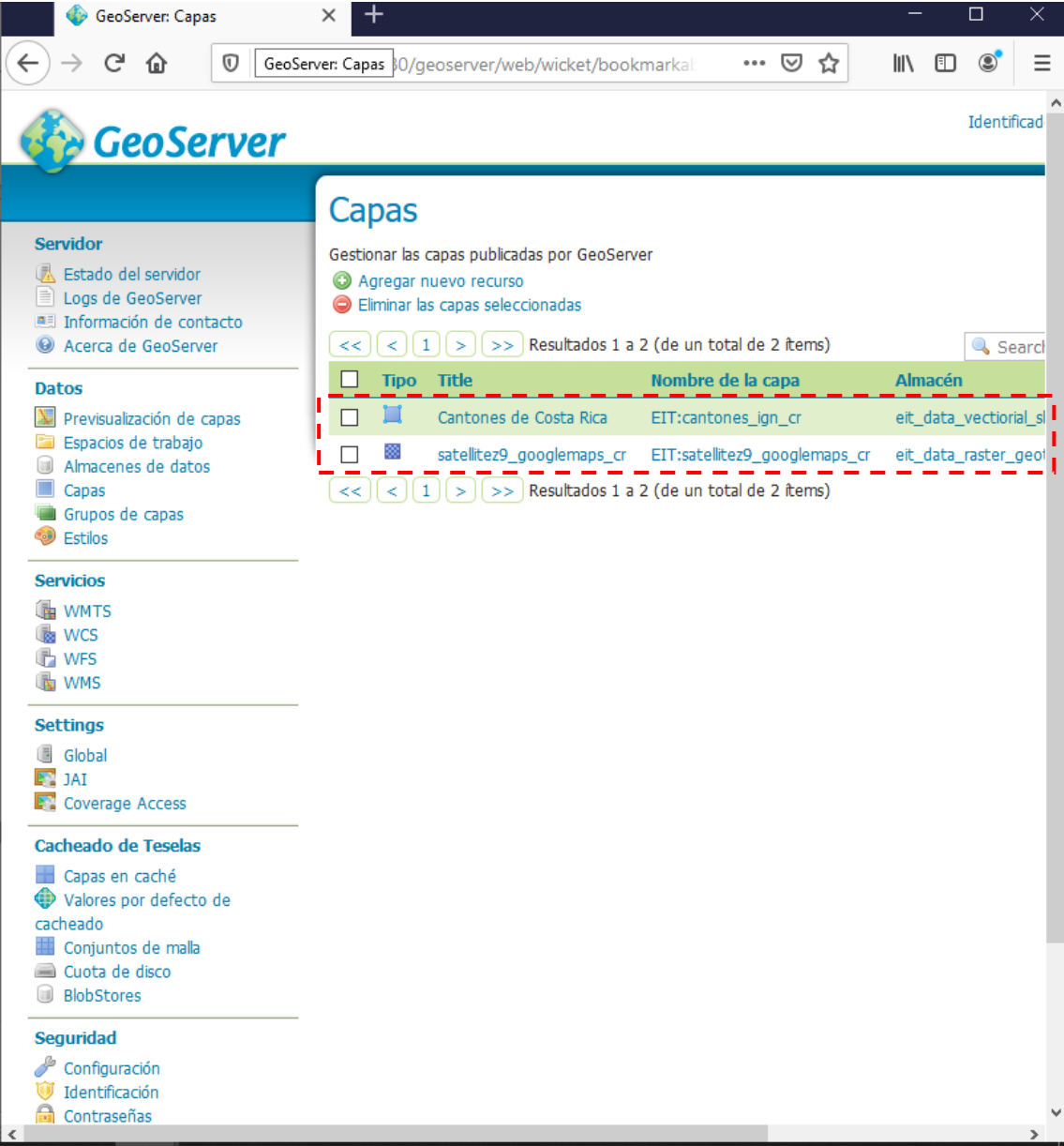


Figura 35. Lista de capas cargadas y publicadas. Fuente: GeoServer.

## Creando un Estilo de capas en QGIS para Geoserver

En QGIS a la hora de crear una clasificación, esta se debe guardar con el siguiente formato: SLD

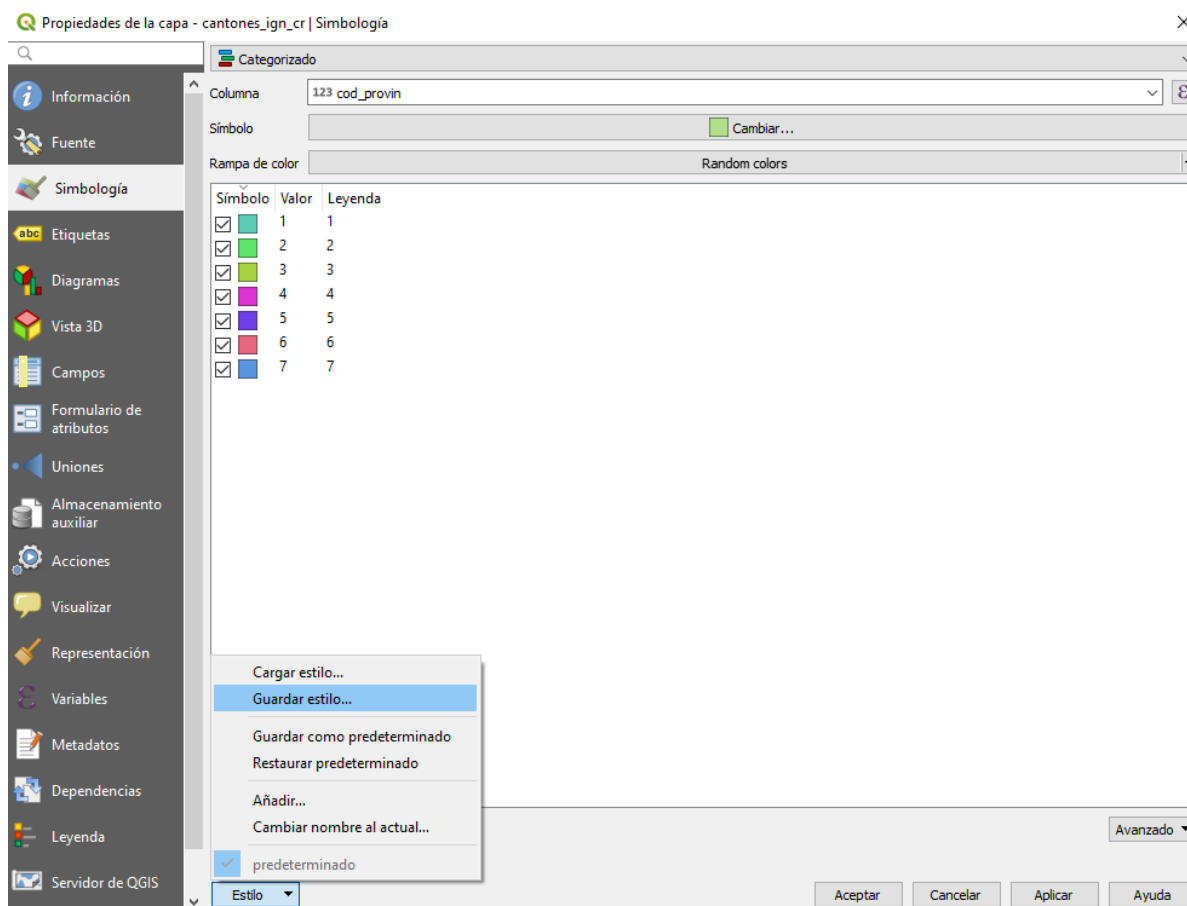


Figura 36. Creación y exportación de un estilo de capa en QGIS. Fuente: QGIS.

Los estilos de capas sirven para representar por temas o por clasificaciones, los datos. Así los datos, puede ser diferenciados e interpretados de acuerdo a los atributos o clases por colores o símbolos.

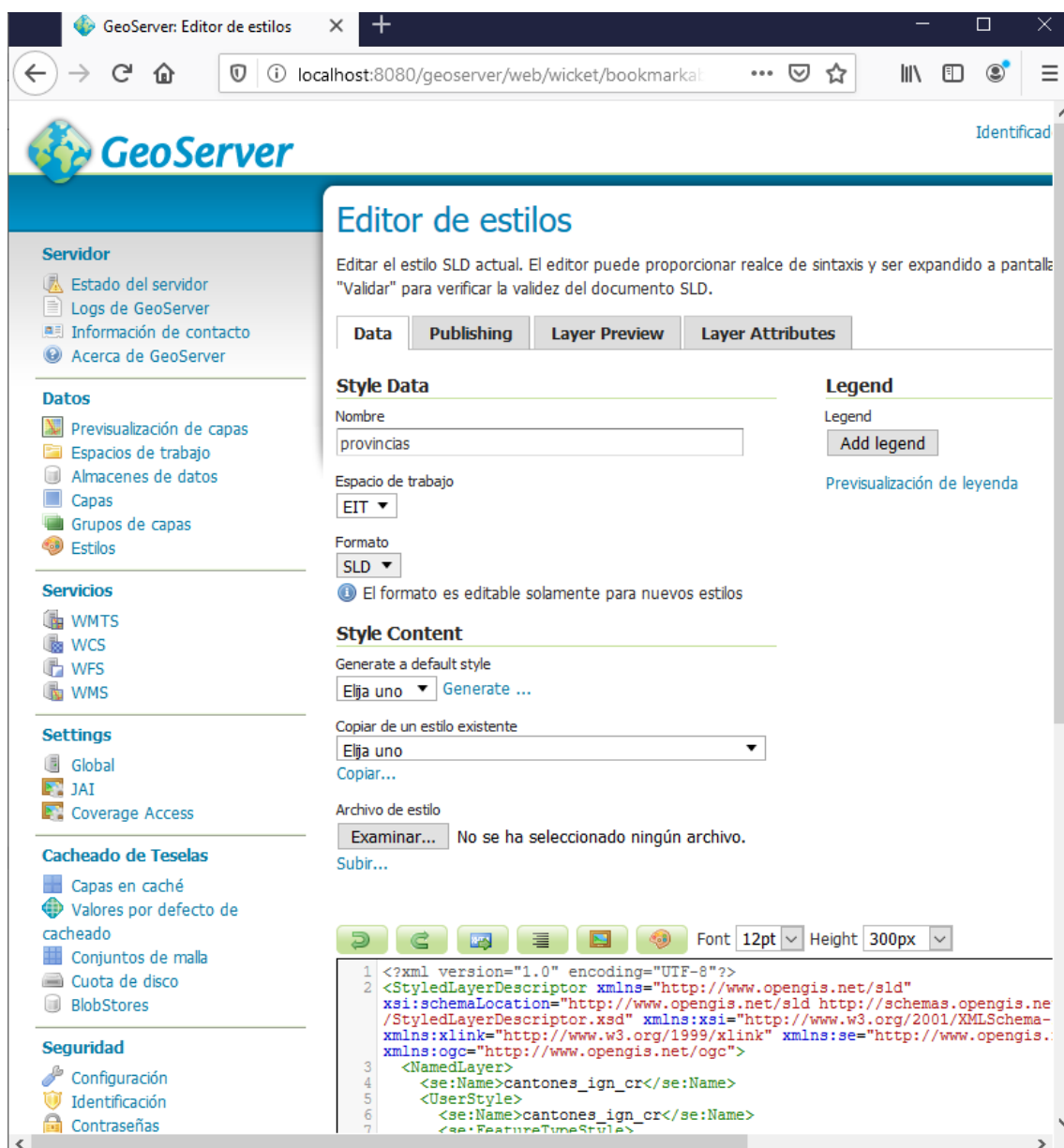


Figura 37. Importación de un estilo de capa en GeoServer. Fuente: GeoServer.

En QGIS es posible crear el archivo, que luego se puede cargar en GeoServer para que este permita representar de forma idéntica, los colores que se utilizaron en el análisis de los datos, tal y como se muestra en la Figura 38.

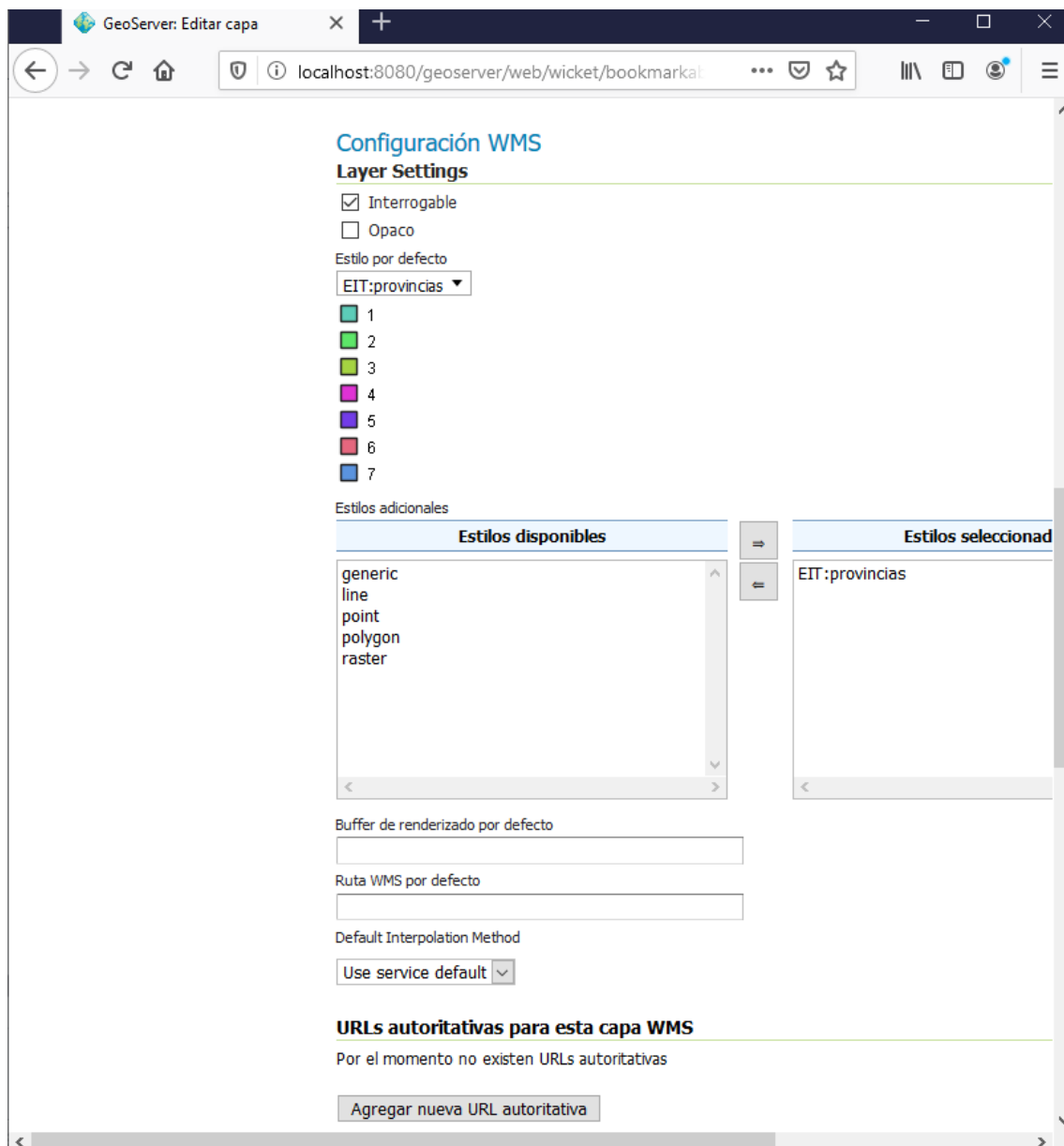


Figura 38. Importación de un estilo de capa en GeoServer. Fuente: GeoServer.

## 4.7 Previsualización de las capas en OpenLayers

Finalmente, las capas cartográficas, imágenes o mapas son representados en un visor cartográfico de prueba, que simula la representación final del mapa, como se muestra en la siguiente figura.

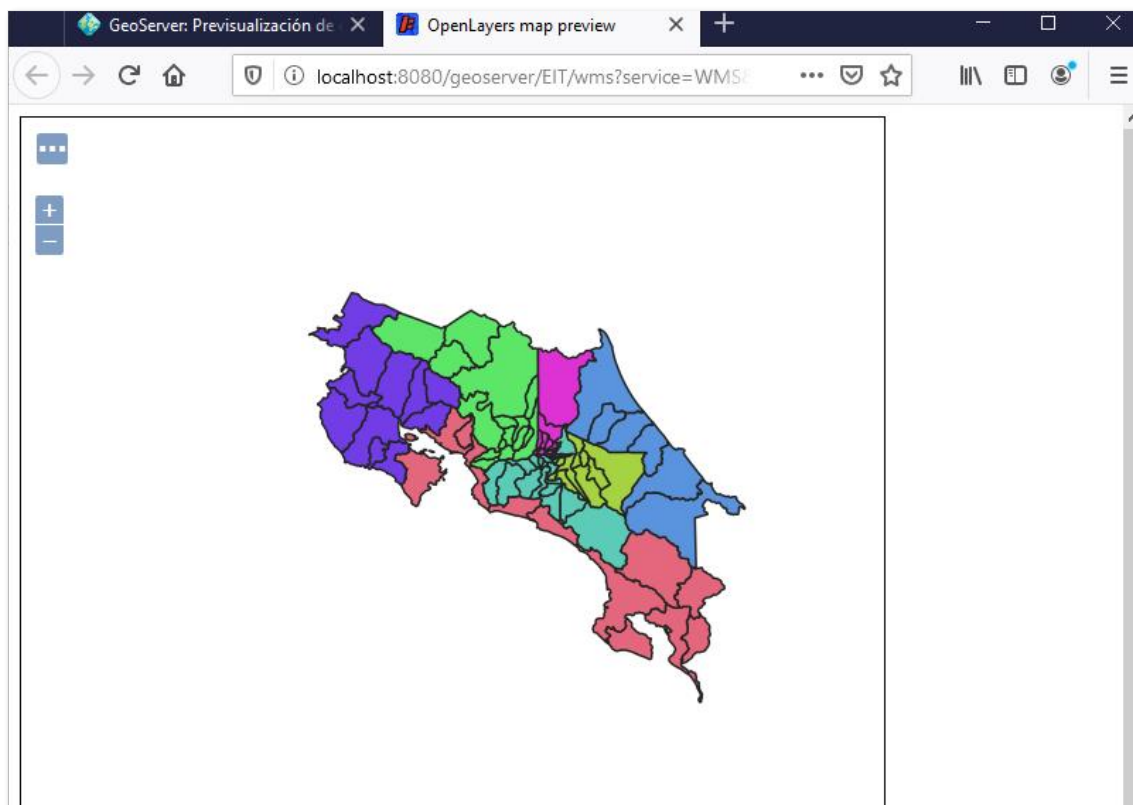


Figura 39. Previsualización y comprobación de estilo de capa en GeoServer usando OpenLayers. Fuente: GeoServer.

## Grupos de capas en GeoServer y publicación con OpenLayers

Existe también la posibilidad de crear “Grupos de capas” con el fin de unificar varias capas en una sola vista. Una vez que se logra unificar un grupo de capas, estas pueden ser exportadas usando el visor cartográfico. En GeoServer este visor cartográfico se muestra por medio de OpenLayers que es una *Application Programming Interface* (API, por sus siglas en inglés), que traducido al español, significa: Interfaz de Programación de Aplicaciones.



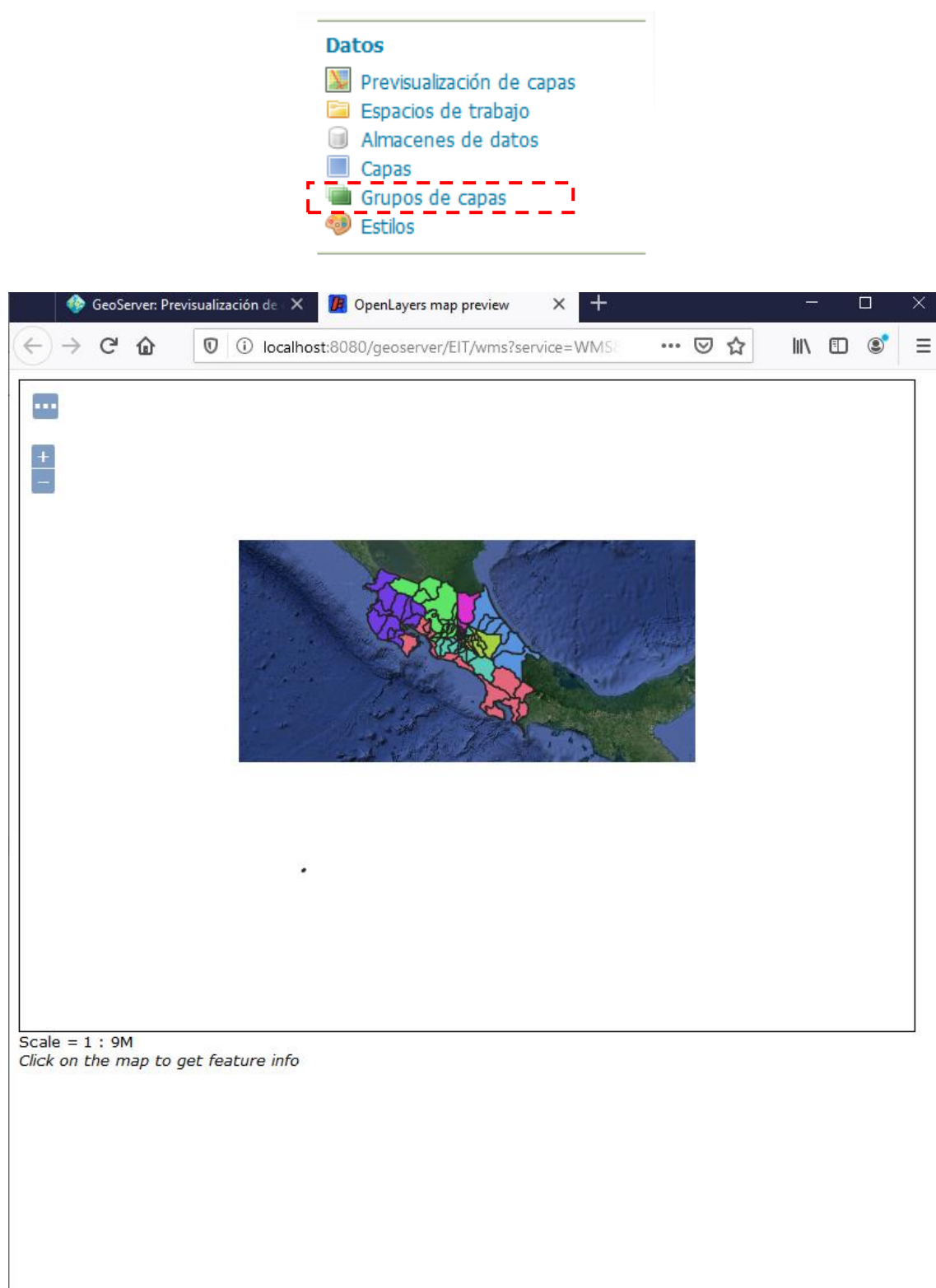


Figura 40. Grupo de capas vectorial y ráster en GeoServer usando OpenLayers. Fuente: GeoServer.

## **5. Optimizador de las imágenes publicadas**

GeoWebCache es una aplicación web contenida en GeoServer que se utiliza para almacenar en caché los mosaicos de mapas y poder acelerar y optimizar la entrega de imágenes del mapa prerrenderizadas. La velocidad de representación en nuevas solicitudes va mejorando y creando mejores respuestas al usuario.

De esta forma, GeoWebCache hace de intermediario por ejemplo entre la petición WMS del usuario y el servidor, preparando, guardando y estilizando las imágenes o *tiles* en el cache, lo cual ayuda que se utilice menos recurso de la máquina.

Al estar integrada la aplicación GeoWebCache dentro de GeoServer es importante valorar, que si se van a consultar diferentes fuentes u otros servidores, considerar si este recurso debe instalarse por aparte.

## **6. Interoperabilidad**

La interoperabilidad se puede establecer entre el cliente-servidor, mediante los servicios geográficos como podría ser el caso de los WMS para solicitar un mapa o WFS para descargar hacia un usuario alguna petición de archivo vectorial, entre otros.

Ambas solicitudes, entre otras, se pueden realizar de dos maneras: utilizando la codificación Open Geospatial Consortium (OGC) o utilizando la aplicación Geoserver.

## WMS - GetMap

Esta forma de solicitar un mapa consiste en usar una codificación OGC para solicitar un WMS:

```
http://localhost:8080/geoserver/EIT/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=EIT%3Arvn_mopt_cr&bbox=-85.8702011108398%2C8.42057991027832%2C-82.5974197387695%2C11.2295913696289&width=768&height=659&srs=EPSG%3A4326&format=image%2Fpng
```

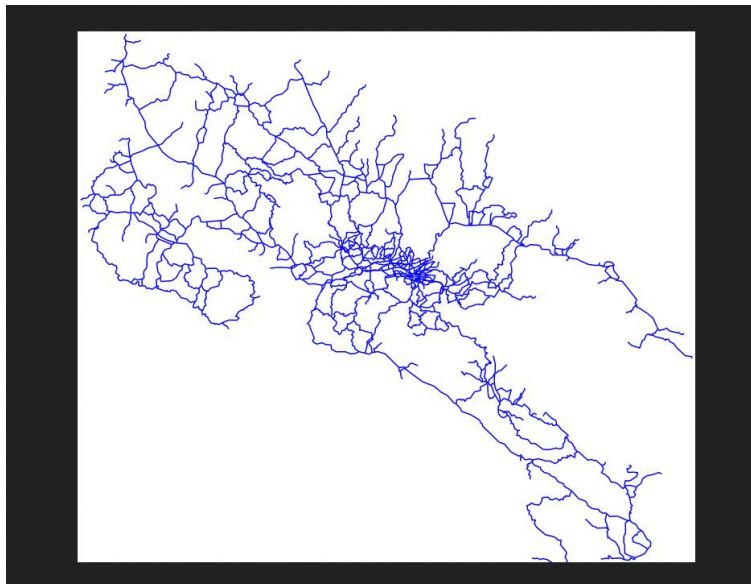


Figura 41. Respuesta a una petición GetMap - WMS. Fuente: Elaboración propia.

## WMS y WFS desde Geoserver

Para configurar estos servicios en GeoServer se deben establecer desde los “Espacios de trabajo”, tal y como se muestra en la siguiente Figura 42:

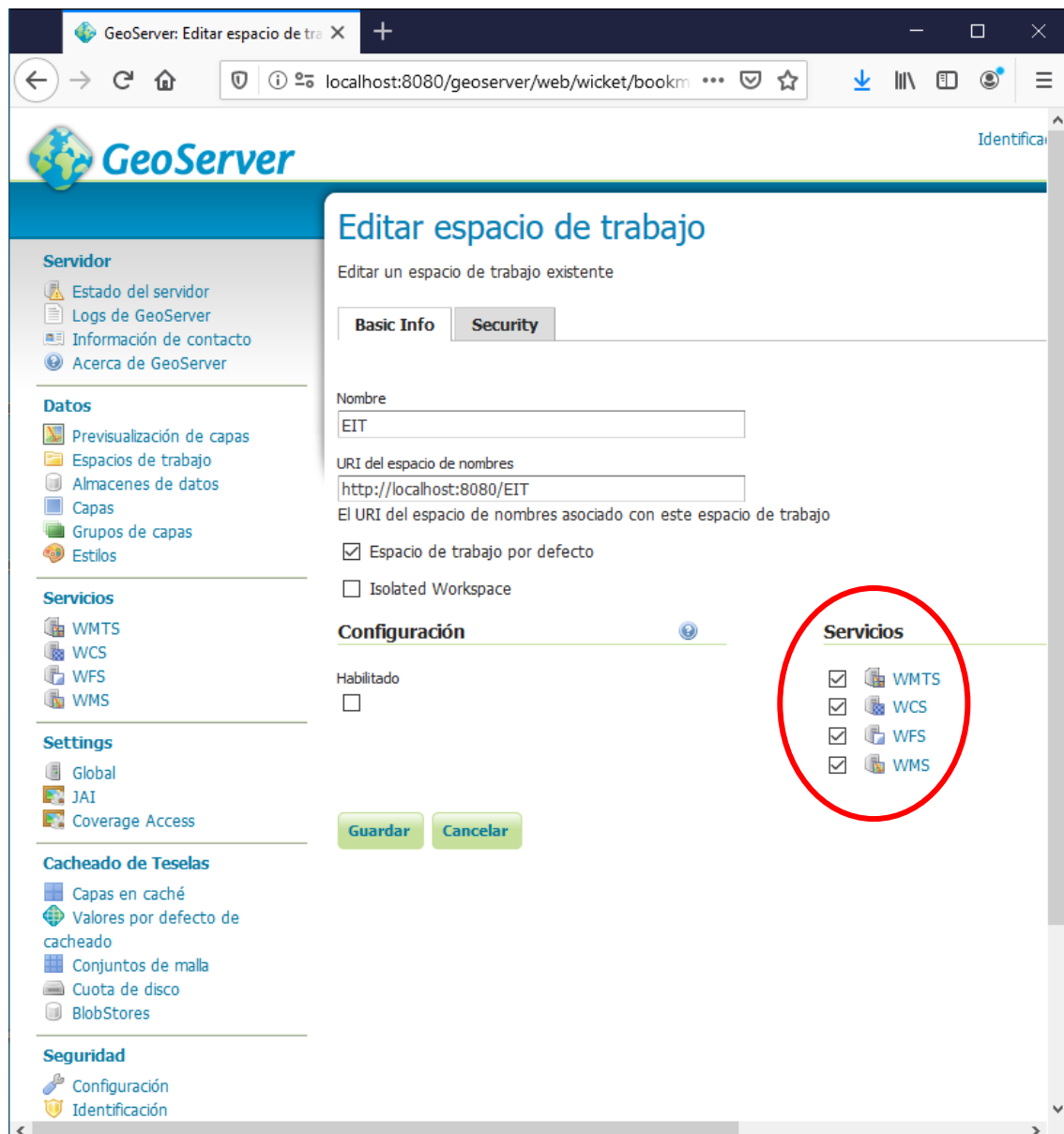


Figura 42. Establecimiento de los servicios geográficos. Fuente: GeoServer

Se procede en realizar procesos similares a los vistos anteriormente como establecer los “Almacenes de Datos” o las “Capas” que se desean

establecer en los servicios. Finalmente se terminan de configurar algunos detalles en la sección de “Servicios”.



Figura 43. Menú para la creación de servicios en GeoServer. Fuente: GeoServer.

## 7. Metadatos

Los metadatos se pueden establecer en archivos en formato XML, para los cuales el Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, mediante el Geoportal SNIT, ofrece las plantillas que pueden utilizarse y editarse usando el programa GeoNetwork.

En GeoServer para cada capa o servicio se deben establecer los metadatos, para los cuales se establecen campos y vínculos para cargar dicha información, como se muestra en la Figura 44.

Vínculos a metadatos

Tipo	Formato	URL	
ISO19115:2003	text/plain		Eliminar
<a href="#">Agregar vínculo</a> <small>Tenga en cuenta que en las capabilities de WMS 1.1.1 solamente se muestran los enlaces a metadatos de tipo FGDC y TC211.</small>			

Figura 44. Vínculos para cargar los metadatos en GeoServer. Fuente: GeoServer.

## **8. Análisis de resultados y Recomendaciones**

Los programas (softwares) libres tienen la ventaja de que cuentan con una comunidad grande de usuarios y desarrolladores, que cada día aportan actualizaciones y mejoras. También es posible contar con material didáctico y técnico al alcance, para implementar y hacer uso del producto, sin embargo, la puesta en marcha de los programas en un entorno ya práctico resulta todo un reto que debe ser minucioso, documentado y ejecutado en un número de aciertos y errores, con el objetivo de encontrar la síntesis de pasos específicos y precisos que logren obtener la configuración óptima del sistema en el ordenador o en el servidor, basado en los contenidos teóricos y metodológicos presentados.

Es importante aclarar que, al momento de proponer el tema de investigación, se está ante un tema nuevo, en el cual se va a indagar y a profundizar sobre el mismo, lo cual también conlleva con el transcurso de la investigación, adquirir y comprender adecuadamente los conceptos correctos. Por lo tanto, conceptos como Web Mapping, GeoPortal, Visor Cartográfico, que fueron descritos en el marco teórico, no corresponden sinónimos del concepto “Infraestructura de Datos Espaciales”, con el cual, si se abarca un concepto más amplio, en donde inclusive, se incorporan los términos anteriormente mencionados. De esta manera, se adopta el término Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), como el enfoque principal y adecuado de este proyecto de investigación.

Se rastreó y se identificaron los componentes que debe contener una Infraestructura de Datos Espaciales, con lo cual se recomienda contextualizar las pautas que la Escuela de Ingeniería Topográfica de la Universidad de Costa Rica desearía adoptar con respecto, a políticas, estándares, equipo humano y protocolos que velen por el cumplimiento de la calidad de los datos y metadatos en los diversos proyectos que realiza o de forma colaborativa participa.

La experiencia de constatar con otros sistemas IDE (a nivel de software) entre ellos, *MapGuide* y *QGIS Server*, que se detallan en el Apéndice 1, e inclusive con los demás sistemas que se exploró, de los cuales se destacó *deegree*, lo cual represento una experiencia provechosa para comprender sobre todo la interoperabilidad y los formatos estandarizados que en otras latitudes y organizaciones también se están trabajando e implementando.

El componente tecnológico trabajado, corresponde a la propuesta de un grupo de programas libres que unidos conforman la parte de *software* de una IDE. Este grupo de programas (pgAdmin, QGIS, GeoServer, GeoWebCache y OpenLayers) y utilidades del sistema, se comprobaron en el sistema operativo Windows 10, aunque la documentación también menciona la alternativa de poderse instalar en el sistema operativo Linux.

La serie de pruebas e instalaciones que se llevó a cabo, se realizaron usando una computadora personal y usando el “local host” de la máquina, obteniéndose resultados y operaciones satisfactorias, las cuales, de forma similar, pueden ser instaladas y ejecutadas de forma homologa en un servidor. No se tuvo la oportunidad de realizar pruebas en un servidor físico.

Se logro realizar pruebas en diferentes formatos vectoriales entre los cuales se utilizó archivos tipo shapefile, gml, geopackage y geojson. Sin embargo, es importante diferenciar que estos formatos de archivos espaciales son reconocidos en QGIS bajo cada una de las anteriores extensiones. No así ocurre en PostgreSQL, lo cual, a la hora de ingresarlos en la base de datos, estos se convierten como tablas y así de igual forma GeoServer los identifica y los carga como tal, lo cual ofrece una ventaja importante si estos son cargados desde PostgreSQL, pues los archivos se estandarizan como en un solo formato.

A continuación, se muestran algunos de los ejercicios de prueba que ayudan a evidenciar y concluir el funcionamiento del sistema IDE implementado, en donde, como primera prueba, se utilizó, se representó y se comprobó el uso de los tres tipos de geometría posible: puntos, líneas y polígonos, tal y como se muestra en la Figura 45.



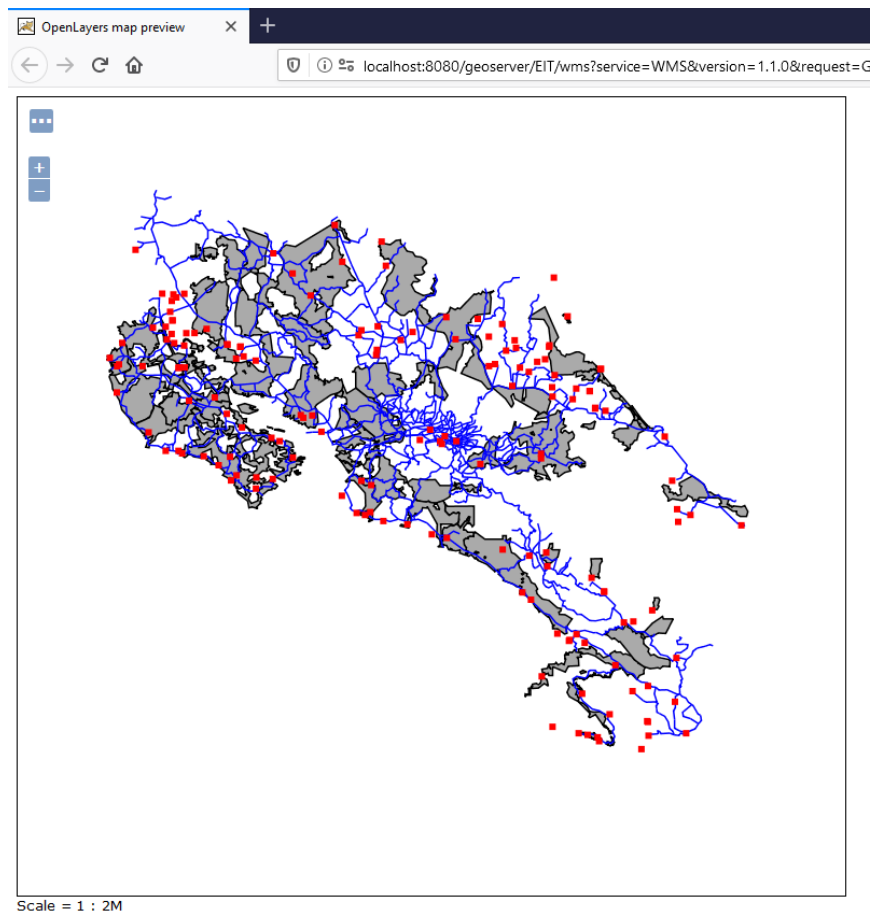


Figura 45. Capas con geometría de tipo punto, líneas y polígonos en GeoServer. Fuente: GeoServer.

Con respecto a capas de tipo imagen, desde GeoServer se compró la carga de una capa tipo ráster, en formato GeoTiff y esta a su vez se logra representar de forma gráfica en la interfaz del visor OpenLayers (Ver Figura 46).

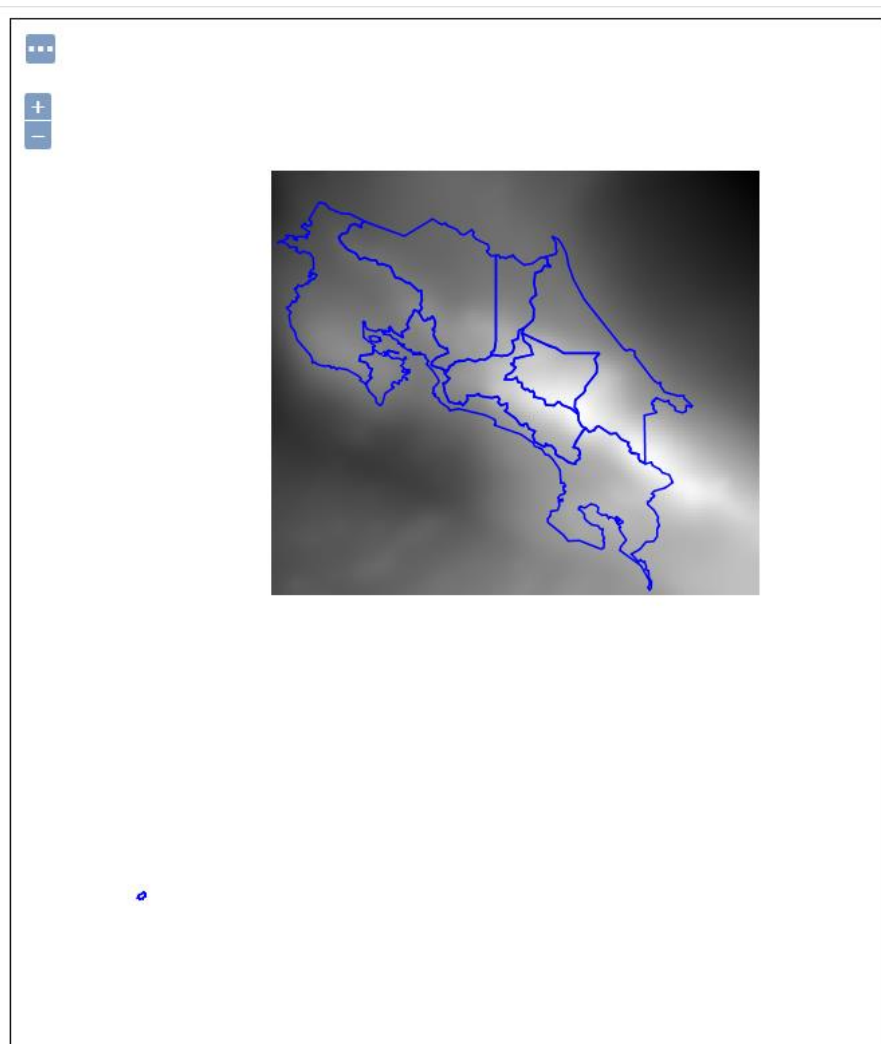


Figura 46. Capa ráster en GeoServer. Fuente: GeoServer.

Para efectos de coincidir las capas con mapas base, se opta por seleccionar el sistema de referencia de coordenadas de preferencia, tal y como se muestra en la Figura 47.



Figura 47. Sistema de referencia de coordenadas en GeoServer usando OpenLayers. Fuente: GeoServer.

Se logro comprobar de manera óptima la operabilidad entre los sistemas usados, entre ellos: PostgreSQL (Administrador de la base de datos), GeoServer (Servidor de mapas), QGIS (Sistema de Información Geográfica) y OpenLayers (Visor cartográfico). Obteniéndose con todas las aplicaciones anteriores libres la arquitectura de un sistema IDE, con el cual es posible la gestión, publicación e interoperabilidad de mapas, datos y servicios, tal y como se muestra en el desarrollo metodológico, los ejemplos y figuras anteriores, donde se aprecian algunos de los resultados de la representación cartográfica del sistema.

Con respecto al módulo correspondiente a OpenLayers, el cual sintetiza la representación cartográfica, mediante un visor cartográfico, este de forma predeterminada está bajo una programación básica, la cual es posible de añadirle componentes y librerías de código que lo convierten en una interfaz más dinámica en interacción, pero el alcance para este fin conlleva profundizar en técnicas de programación que se recomiendan para la continuidad y ampliación de estudio para este proyecto de investigación.

La implementación de la propuesta IDE trabajada en este proyecto de investigación no tuvo la oportunidad de la prueba de instalación en un servidor físico de la Escuela de Ingeniería Topográfica, debido a las limitaciones y restricciones sanitarias de presencialidad en los entornos de trabajo. Sin embargo, se trabajó en un entorno operativo de maquina personal (*localhost*), similar a un servidor, con lo cual se respalda la corrida en un ambiente Windows 10, lo cual da pruebas que la replicación puede ser posible.

No obstante, la interoperabilidad, si se logró identificar cuando se gestionan y se construyen desde GeoServer los formatos de los servicios cartográficos, entre ellos WMS y el WFS, entre otros. Con los mismos, se puede lograr el intercambio e interacción de información espacial entre usuarios, el cual suele publicarse de diversas maneras, como, por ejemplo, en enlaces colocados desde un Geoportal o Sitio Web.

De forma paralela, los Metadatos son datos de los datos, que deben ir ligados en la construcción y publicación de las capas cartográficas u otro insumo que se facilite. En GeoServer están identificados los apartados donde se gestiona este tipo de recurso, el cual se liga a las capas cartográficas. También es importante recordar que el IGN, difunde plantillas construidas en GeoNetwork, para ser utilizadas.

Se recomienda adoptar cada uno de los enfoques que, de manera integral, este proyecto de investigación presenta como guía y como punto de partida para adoptar y profundizar aún más en el concepto de las Infraestructuras de Datos Espaciales.

Por otro lado, la propuesta que se presenta, requiere de un análisis consensuado por parte del cuerpo docente que por área trabaja en temas de geomática, con el objetivo de considerar esta u otras propuestas informáticas por implementar a corto o mediano plazo.

## 9. Conclusiones

Se describieron los componentes que integran una plataforma de Sistemas de Información Geográfica en la WEB, conocida como Web Mapping, IDE o Geoportal.

Se logro identificar las diferencias de conceptos informáticos dentro de la temática de la cartografía en la web, lo cual permitió conocer los términos y definiciones adecuadas y específicas entre cada una de las definiciones, web mapping, IDE, geoportal y visor cartográfico, que en un principio parecían similares entre sí, pero que representaban diferencias significativas.

Se analizo la configuración y resultados de la arquitectura de la plataforma "Web Mapping" ejecutada con los paquetes de software libre más usados y recomendados por la comunidad de usuarios SIG.

Se entrelazo el funcionamiento de los sistemas: PostGIS, QGIS, Geoserver, GeoWebCache y OpenLayer, los cuales trabajaron simultáneamente de forma exitosa de acuerdo al objetivo planteado, para la implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales con software libre.

Se logro la implementación de una plataforma Web Mapping la cual podrá ser considerada en la Escuela de Ingeniería Topográfica como alternativa que permita la divulgación de proyectos de investigación y la interacción con los usuarios.

Se establece una alternativa comprobada y verificada desde el punto de vista informático para implementar una Infraestructura de Datos Espaciales en los servidores de la Escuela de Ingeniería Topográfica.

## 10. Bibliografía

Bernabé, M y López, C. (Eds.). (2012). Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Madrid, España: UPM Press.

Infraestructura de Datos Espaciales España (2020). Recuperado de <https://www.idee.es>

Iniesto, M y Núñez, A. (Eds.). (2014). Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales. España: CNIG.

Instituto Geográfico Nacional. (2016). Directriz DIG-005-2016\ NTIG\_CR05\_01.2016 Estándares para Publicación Web de Información Geográfica de Costa Rica. Recuperado de: [http://www.snitcr.go.cr/ico\\_normativa?id=NTIG\\_CR05\\_01.2016](http://www.snitcr.go.cr/ico_normativa?id=NTIG_CR05_01.2016)

Instituto Geográfico Nacional. (2016). Directriz DIG-004-2016 NTIG\_CR04\_01.2016 Perfil Oficial de Metadatos Geográficos de Costa Rica. Recuperado de: [http://www.snitcr.go.cr/ico\\_normativa?id=NTIG\\_CR04\\_01.2016](http://www.snitcr.go.cr/ico_normativa?id=NTIG_CR04_01.2016)

MappingGIS (2020). Recuperado de <https://mappinggis.com>

Open Geospatial Consortium. (2020). Recuperado de <https://www.ogc.org/standards>

OSGeo (2020). Recuperado de <https://www.osgeo.org/projects/osgeo4w>

## **11. Apéndices**

## Apéndice 1: Instalación de MapGuide

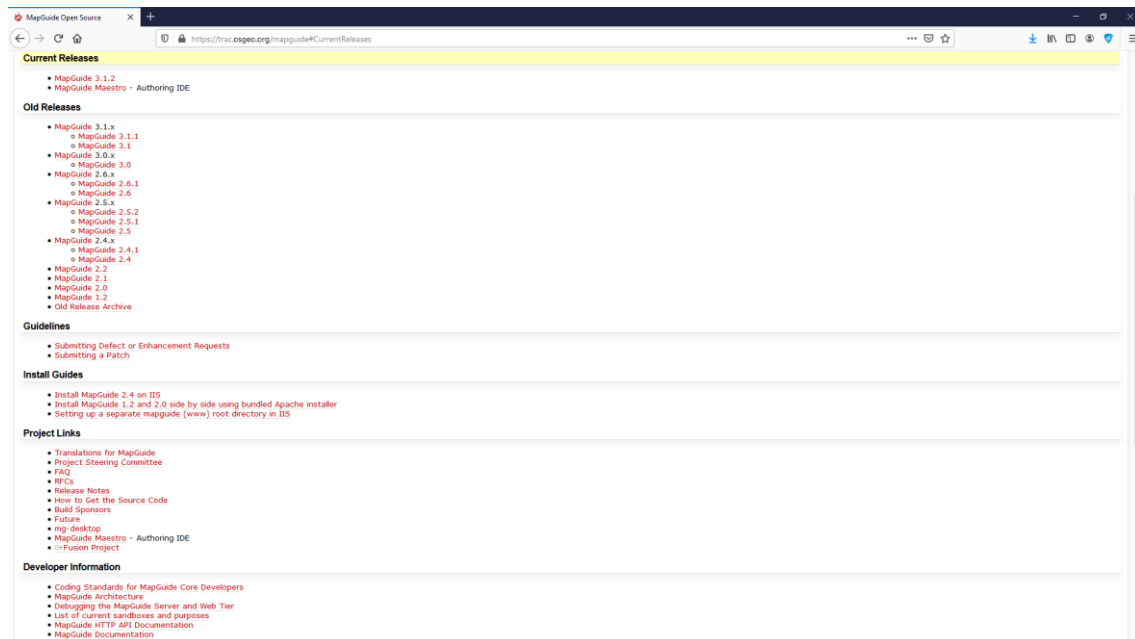
### 1. Recursos de instalación MapGuide

1.1 Se ingresa en el buscador la siguiente dirección electrónica:

<https://www.osgeo.org/projects/mapguide-open-source/>

1.2 Se dirige a la sección más abajo y seleccione el link “Download Software”

1.3 Se redirecciona y se abre un nuevo sitio:



1.4 Se descargan: MapGuide 3.1.2 y MapGuide Maestro



- MapGuide 3.1.2

Para este caso de prueba se seleccionó la opción para Windows (64bits):

**Downloads**

Download	Size	MD5
<b>Windows</b>		
↳ 32-bit installer	114,307,076	e3e180762174100a5f3ac50863a5429d
↳ 64-bit installer	121,703,111	e5b5bc84466b6b00cd84276276d0877f
↳ 32-bit InstantSetup bundle	94,128,088	0fefc6d33771d292c53f963c37d216c5
↳ 64-bit InstantSetup bundle	100,296,484	684de919c26681dff6133270e542654
<b>Ubuntu 14.04 (32-bit)</b>		
↳ Install script	28,220	a54788ea327b7d081942e92bb1e25f48
↳ Uninstall script	1,425	c8794eba45069355203bd14522298069
<b>Ubuntu 14.04 (64-bit)</b>		
↳ Install script	28,222	a30f3d2574e04e1e371e60c10e171c4c
↳ Uninstall script	1,425	c8794eba45069355203bd14522298069
<b>CentOS 6.x (32-bit)</b>		
↳ Install script	4,337	3dff7a65dc55c71739c042239cc196af
↳ Uninstall script	1,599	0922a87c1fdbbc4195cb5bccb54bbdb7
<b>CentOS 6.x (64-bit)</b>		
↳ Install script	4,339	5895e3635528e45dbc0cbb057eec35bc
↳ Uninstall script	1,599	0922a87c1fdbbc4195cb5bccb54bbdb7

- MapGuide Maestro

- Se redirecciona la página al sitio: GitHub.
- Se selecciona la opción: 6.0m10
- Se descarga la siguiente opción:

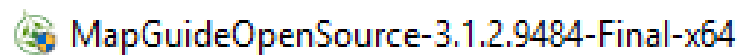
▼ Assets 12

MapGuideMaestro-Release-6.0m10-Setup.exe	45 MB
MapGuideMaestro-Release-6.0m10.zip	7.99 MB
MgTileSeeder-linux-x64-6.0m10.zip	27.5 MB
MgTileSeeder-win-x64-6.0m10.zip	28.8 MB
OSGeo.FDO.Expressions.6.0.0-pre270.nupkg	15.7 KB
OSGeo.FDO.Expressions.6.0.0-pre270.symbols.nupkg	33.1 KB
OSGeo.MapGuide.MaestroAPI.6.0.0-pre270.nupkg	549 KB
OSGeo.MapGuide.MaestroAPI.6.0.0-pre270.symbols.nupkg	948 KB
OSGeo.MapGuide.ObjectModels.6.0.0-pre270.nupkg	1.34 MB
OSGeo.MapGuide.ObjectModels.6.0.0-pre270.symbols.nupkg	3.2 MB
Source code (zip)	
Source code (tar.gz)	

## 2. Instalación MapGuide 3.1.2

2.1 Se recomienda respaldar los archivos de instalación en una carpeta personal o de fácil ubicación.

2.2 Se da doble clic sobre el archivo de ejecución:



2.3 Se inicia el siguiente asistente de instalación:

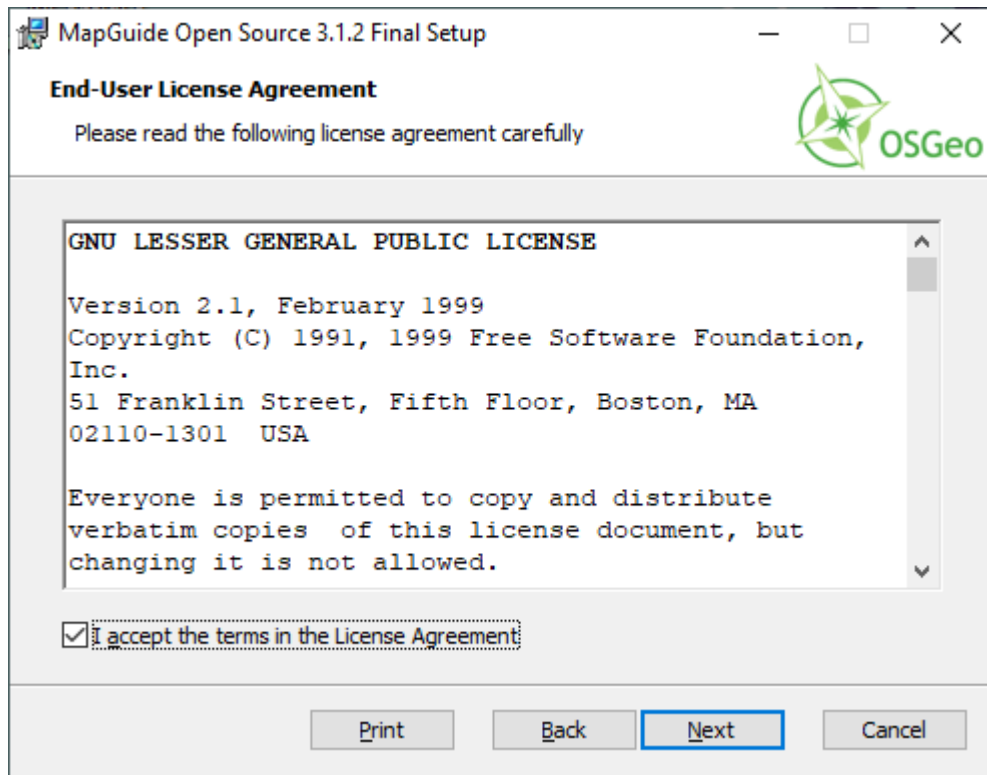
Installing Visual C++ 2012 Redistributable



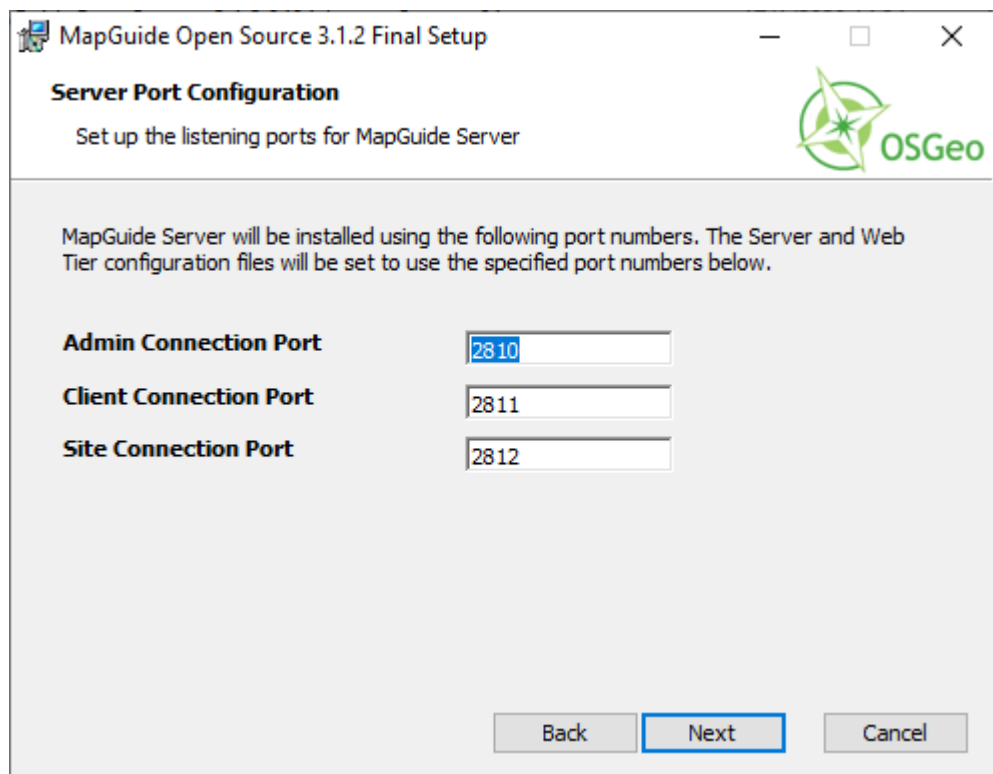
> Next

2.4 Se leen y se aceptan los términos de licencia.

> Next

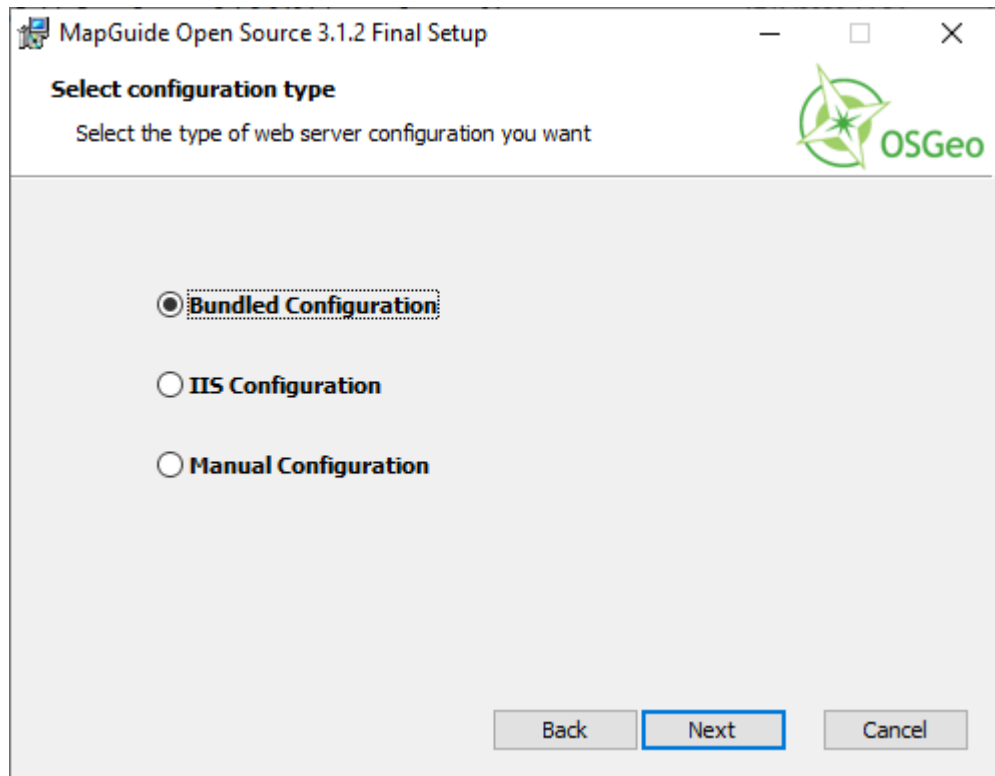


2.5 Se propone los siguientes nombres de los puertos. De momento no se modifican.



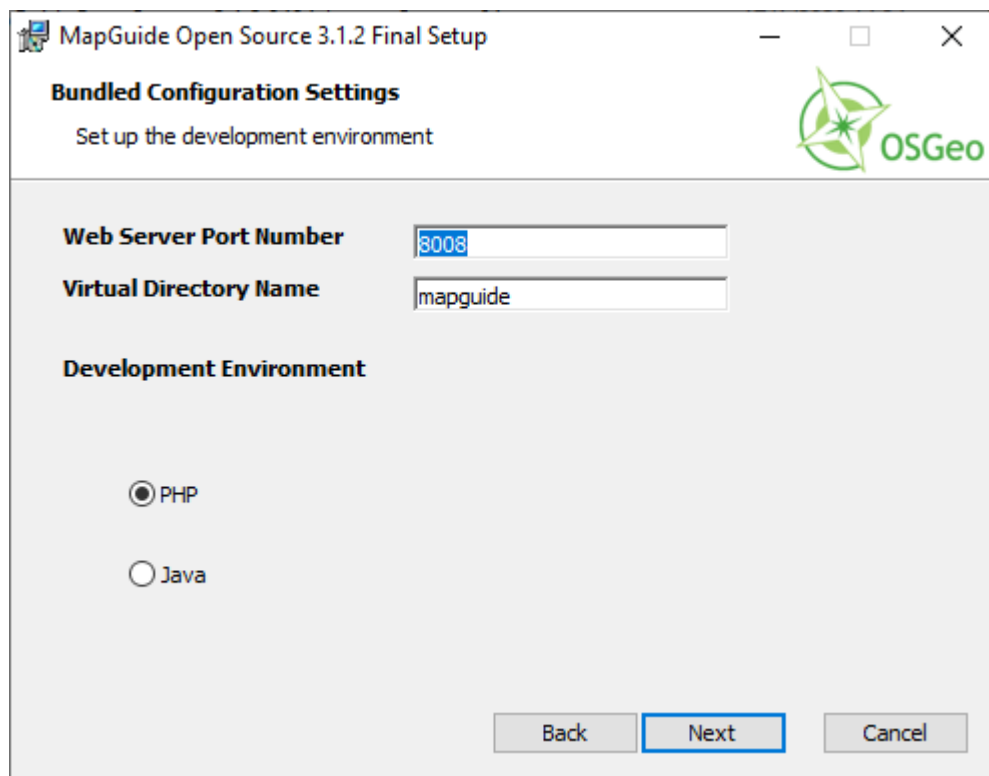
> Next

2.6 En la siguiente ventana se selecciona la configuración del servidor web, en la cual se selecciona la opción: **Bundled Configuration**, que contiene **Apache**, entre otros.



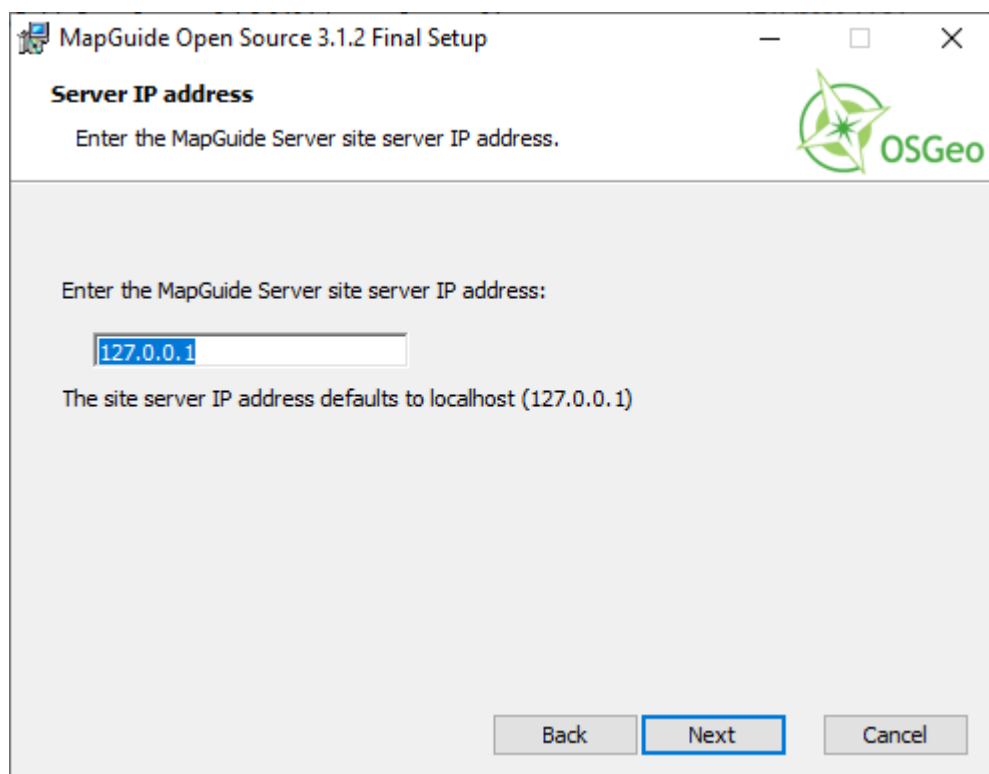
> Next

2.7 Luego se propone un número del servidor web y un nombre para el directorio. También se permite la selección del lenguaje de programación. Se mantienen las opciones propuestas por defecto para este caso de prueba, sin realizar cambios.

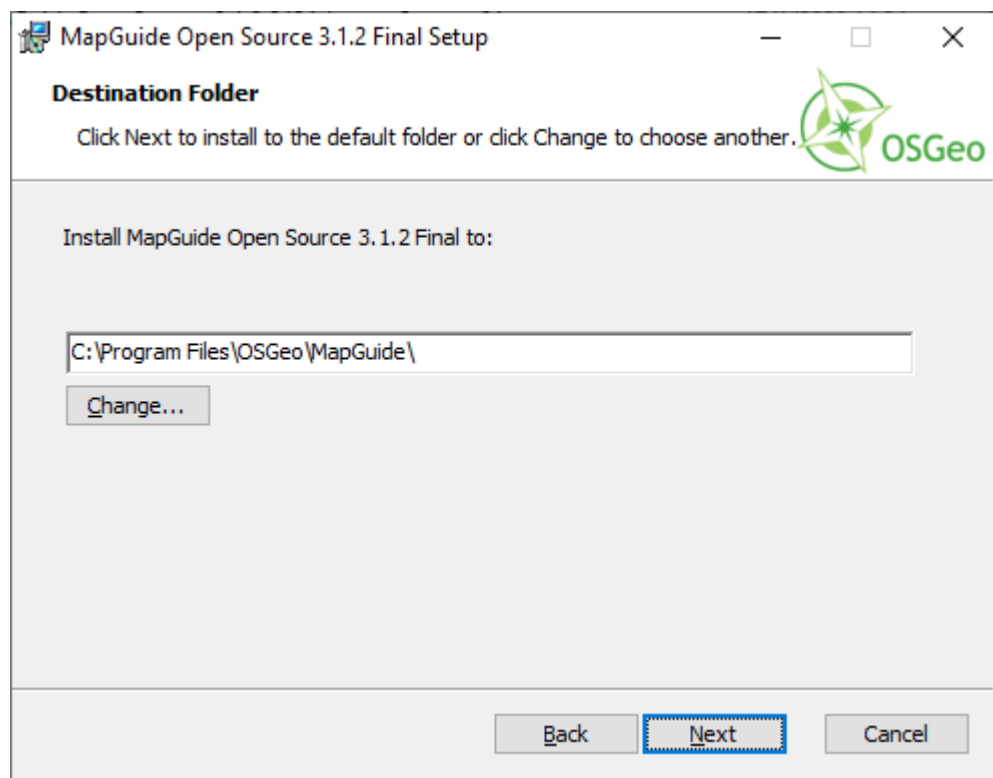


> Next

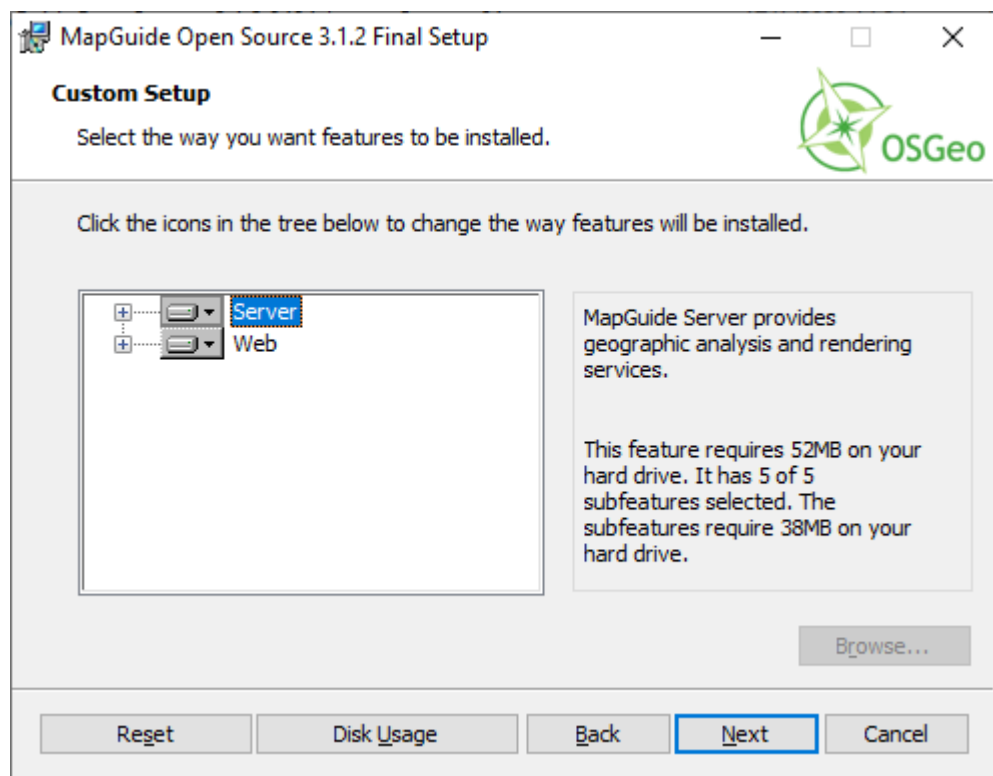
2.8 Se solicita una dirección IP, la cual se puede mantener la que se propone que corresponde a: **127.0.0.1** que es igual a utilizar “**localhost**”

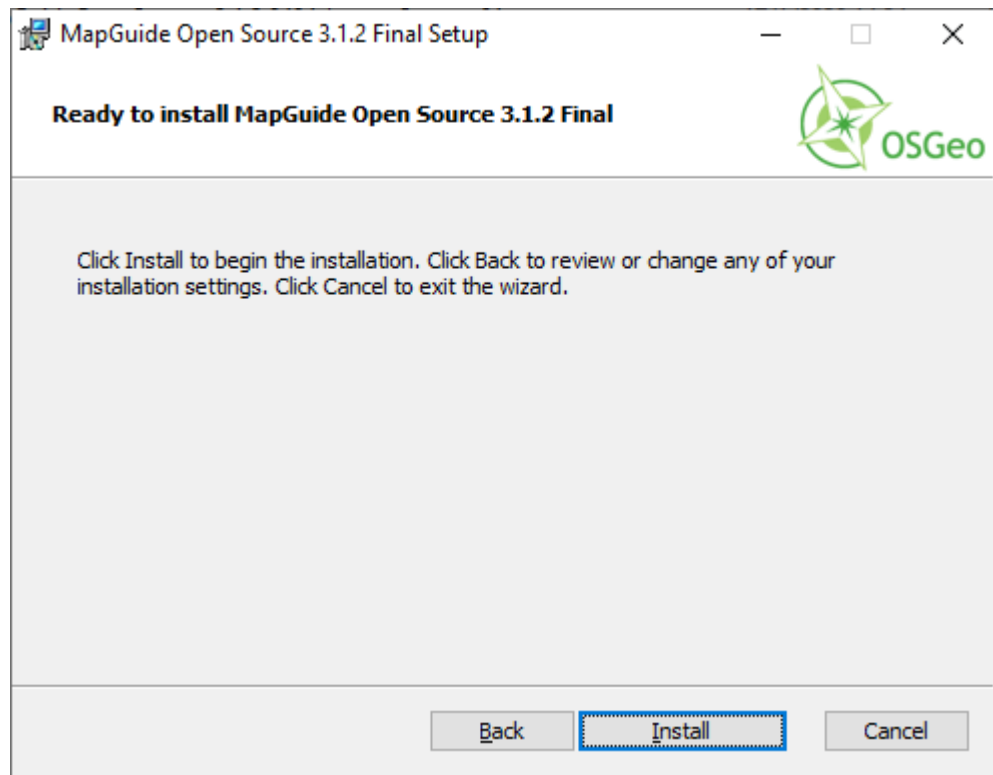


> Next

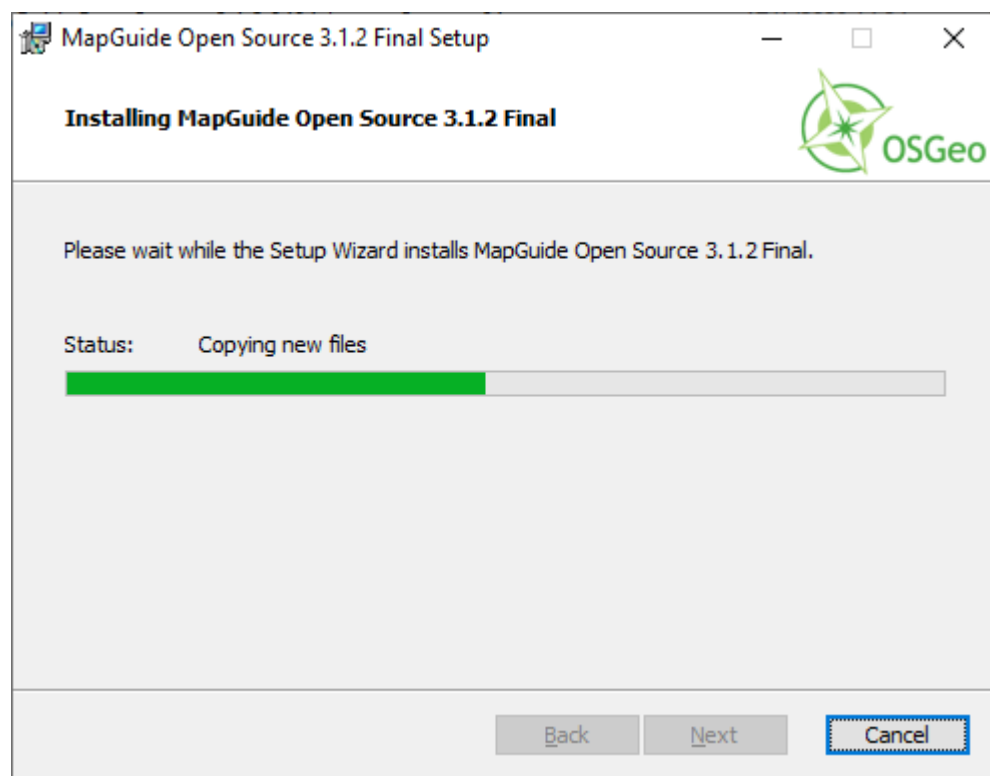


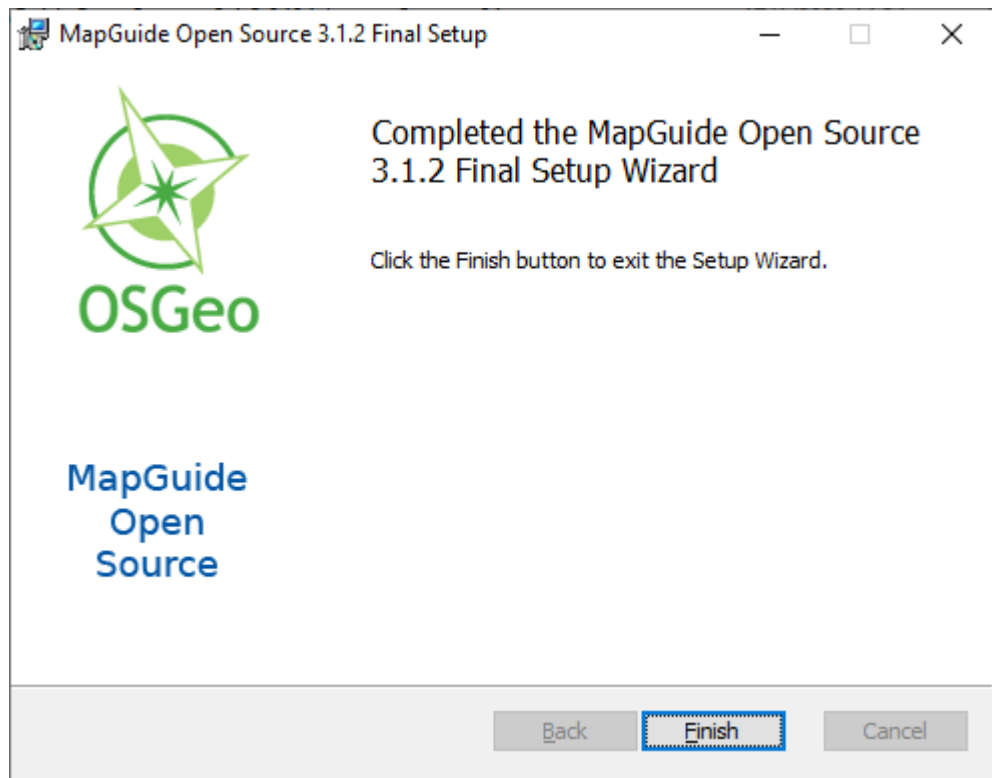
> Se mantienen las configuraciones propuestas por defecto en las siguientes ventanas:



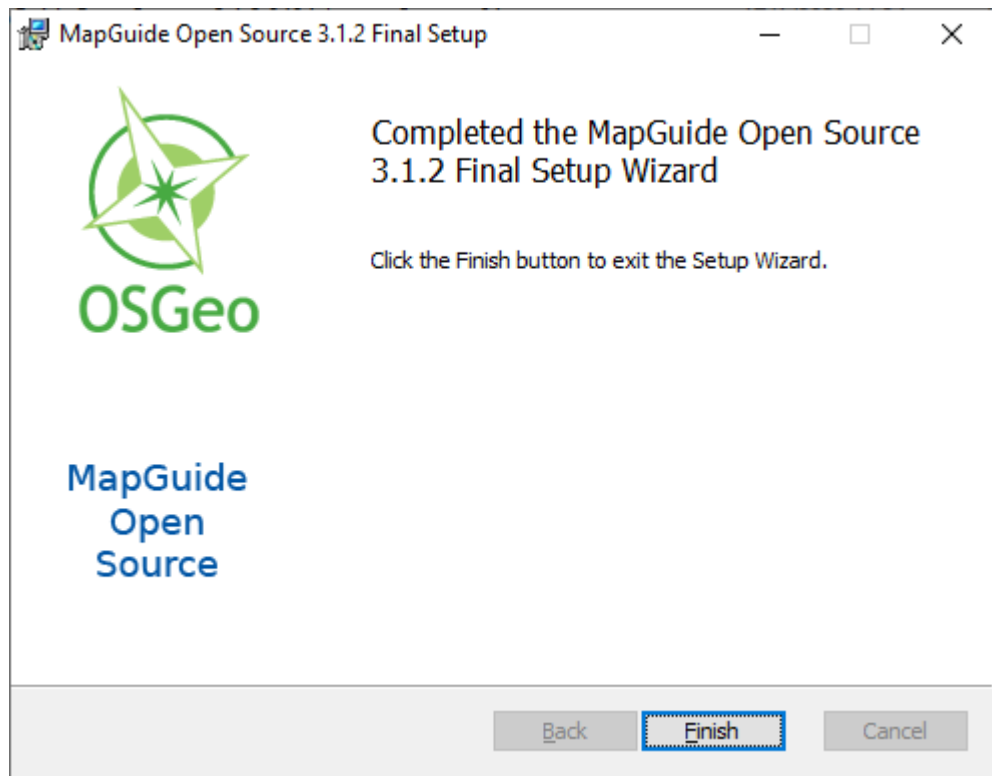


## 2.9 > Install



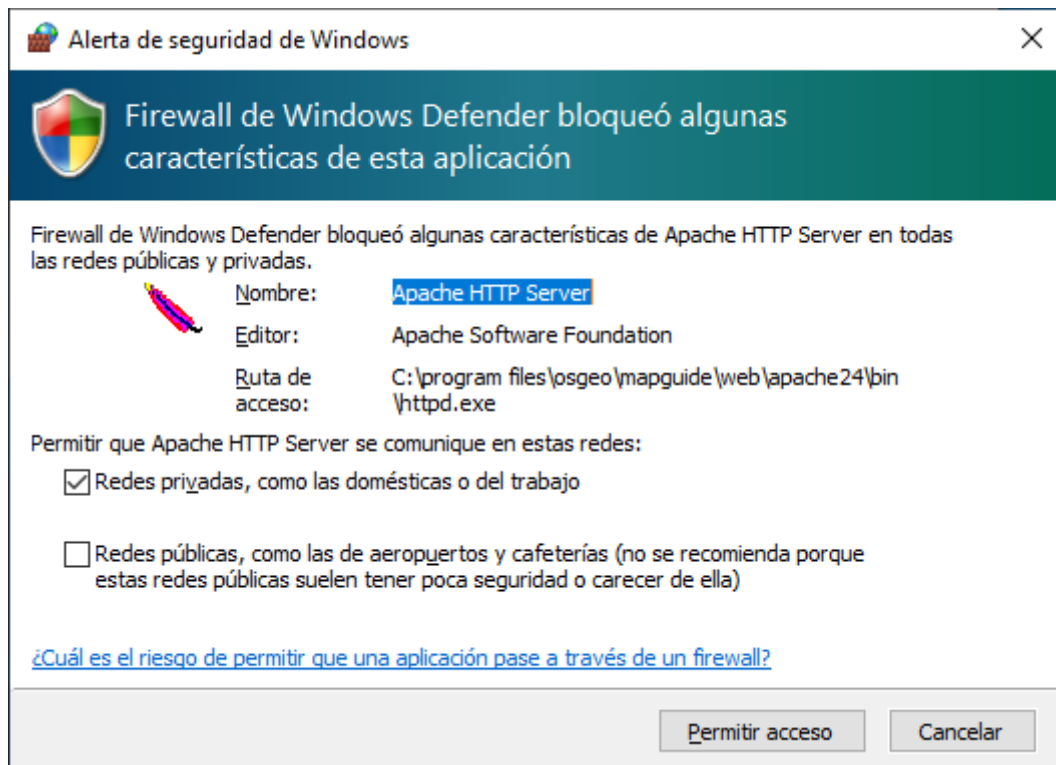


2.10 > Finish





\* En algunas ocasiones dependiendo de los sistemas de seguridad, aparece este mensaje, para el cual, simplemente se permite el acceso.

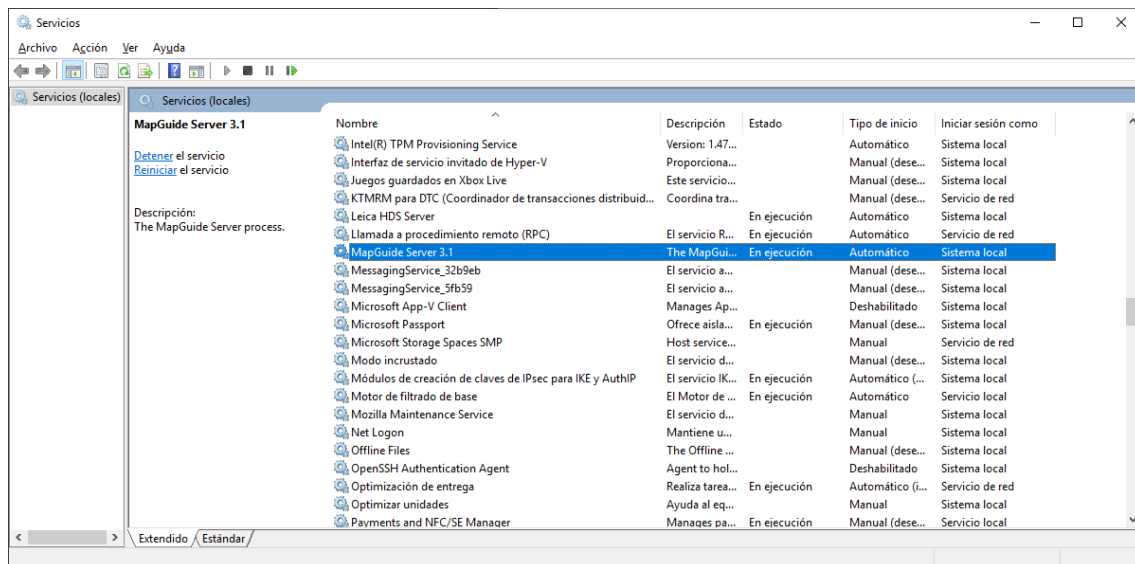


### 3. Verificación de arranque del servicio

3.1 Usando el buscador de Windows, se escribe la palabra: Servicios

3.2 Clic en la aplicación: Servicios

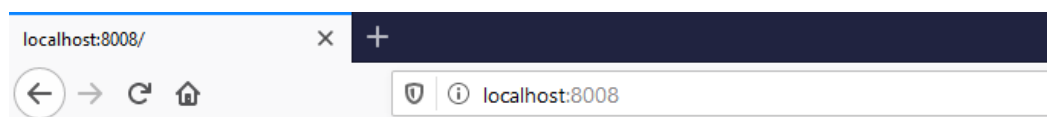
3.3 En la ventana: **Servicios**, se busca en orden alfabético: ApacheMapGuide3.1 y MapGuide para revisar que el estado este: En ejecución



3.4 Para comprobar que el servidor Apache está funcionando, se realiza la siguiente prueba, escribiendo en el explorador de internet la siguiente dirección:

**<http://localhost:8008>**

Para lo cual se debe obtener el siguiente mensaje:



**It works!**

## 4. Instalación de MapGuide Maestro

MapGuide maestro es la interfaz del usuario para configurar ciertas características del entorno grafico final, por ejemplo, simbología de las capas geográficas, entre otros.

Lo que en realidad se edita es el archivo XML, el cual corresponde al lenguaje standard de características espaciales dentro del servidor cartográfico.

### 4.1 Net Framework

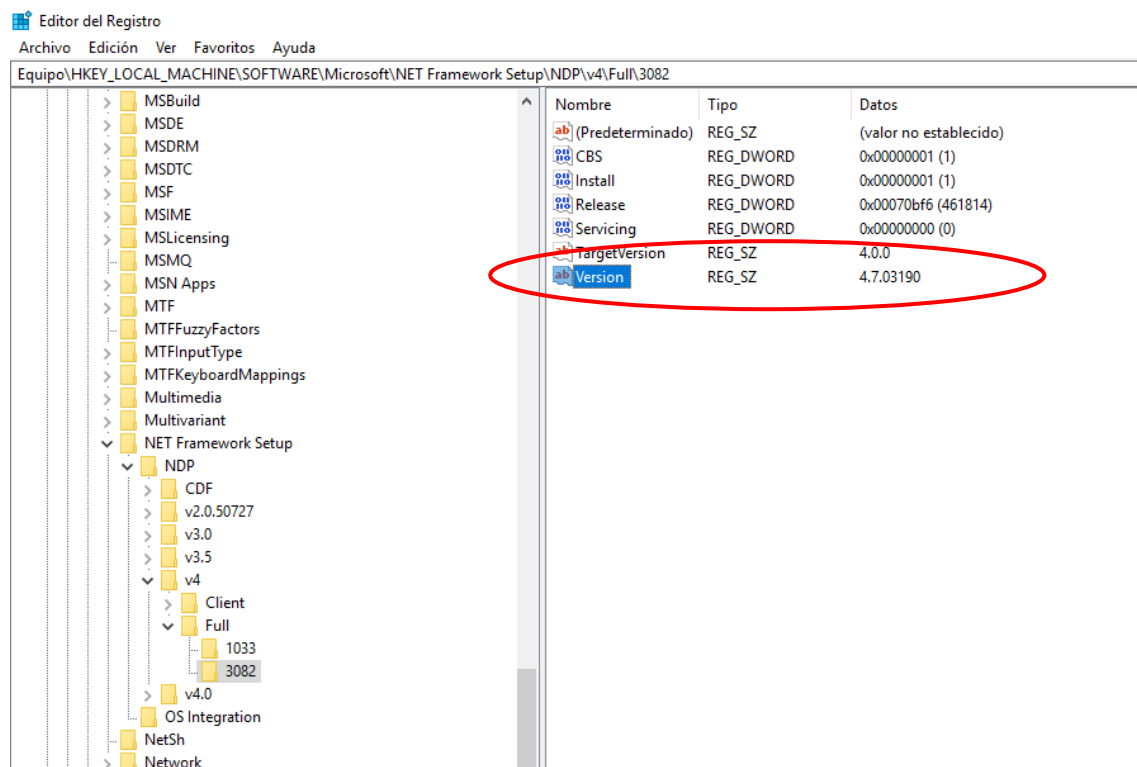
Es necesario instalar previamente el complemento .net Framework 4.6.1 (mínimo).

A continuación, se explicarán los pasos para revisar en la maquina la versión instalada con la que se cuenta:

> En el buscador de Windows, escribir la palabra: regedit

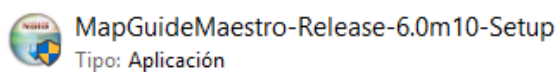
> Seguir la siguiente ruta:

HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\NET Framework  
Setup\NDP\v4\Full\3082

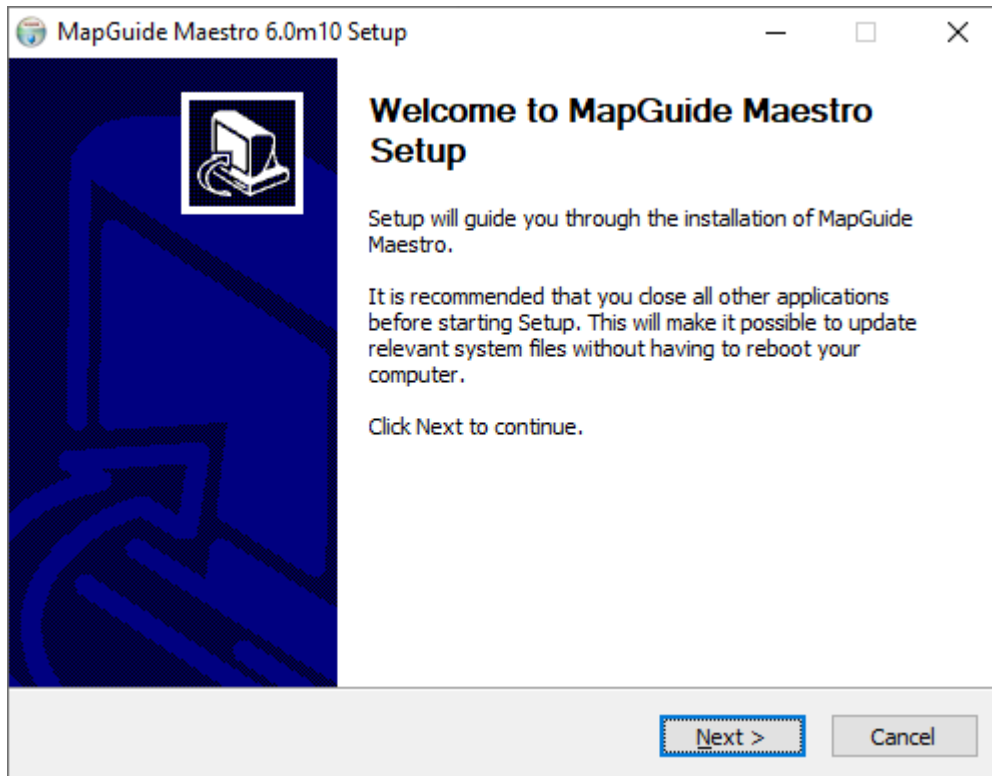


> En este caso, se cuenta con la versión: 4.7

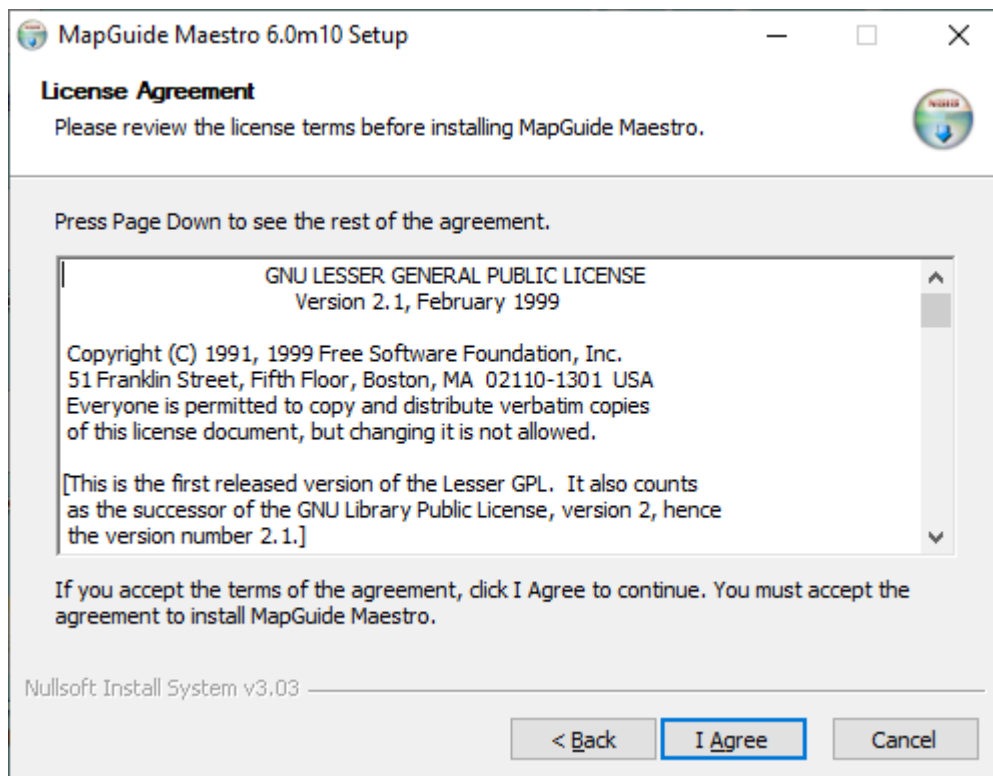
4.2 Se ejecuta el siguiente archivo de instalación



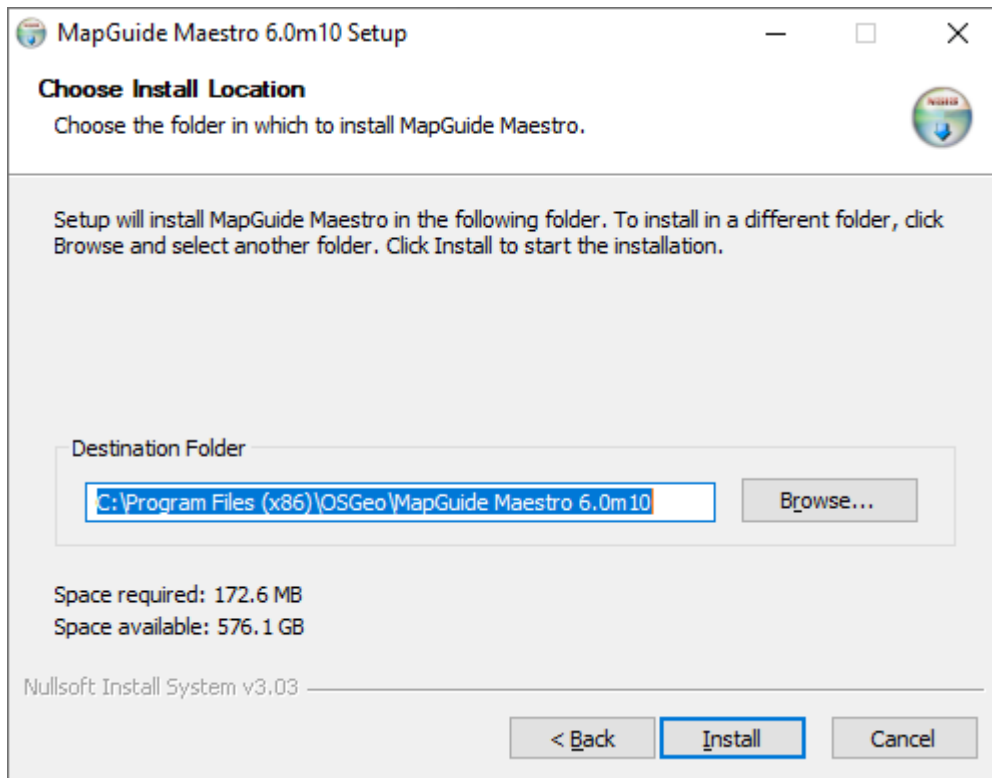
4.3 Se inicia la siguiente secuencia de ventanas de instalación:



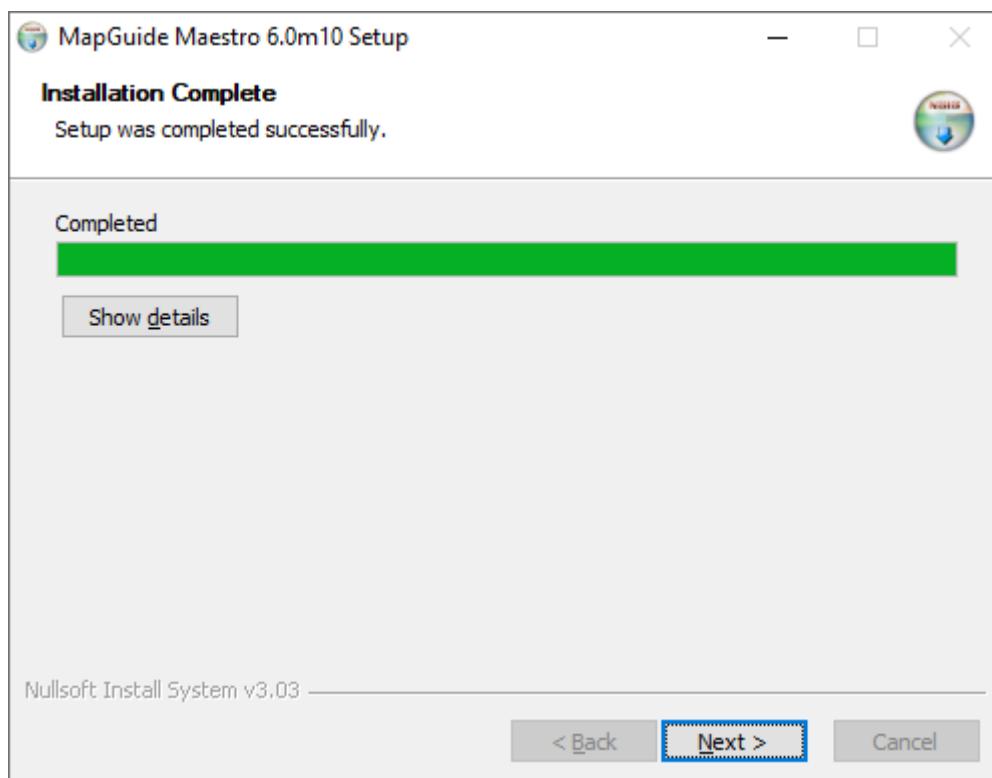
> Next



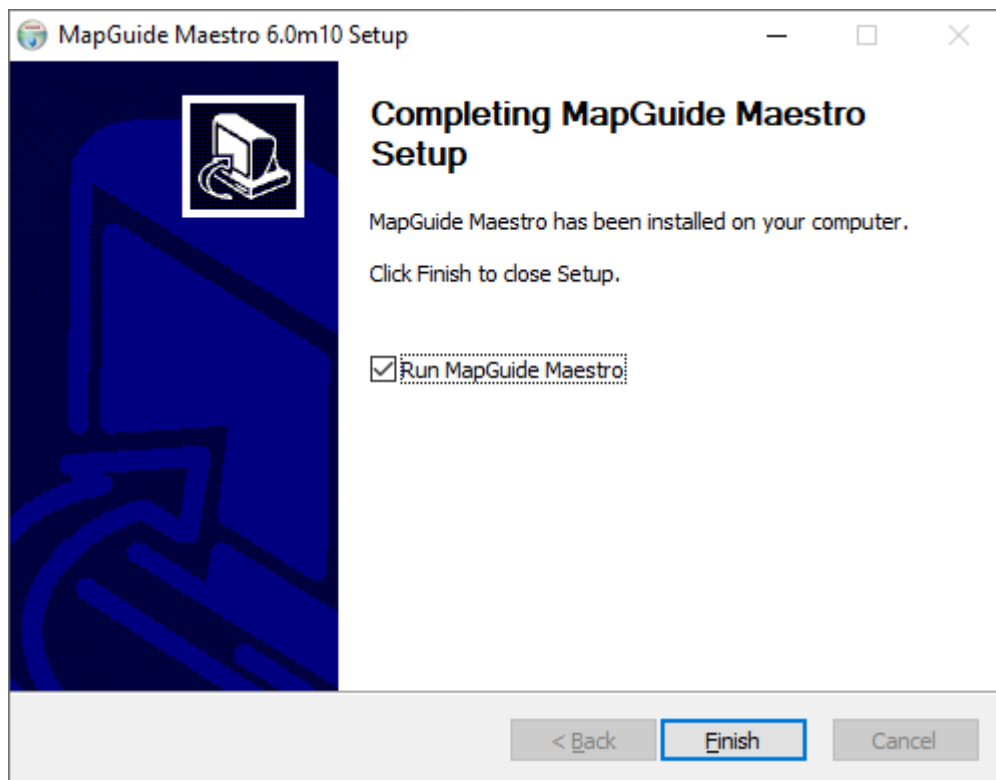
> I Agree



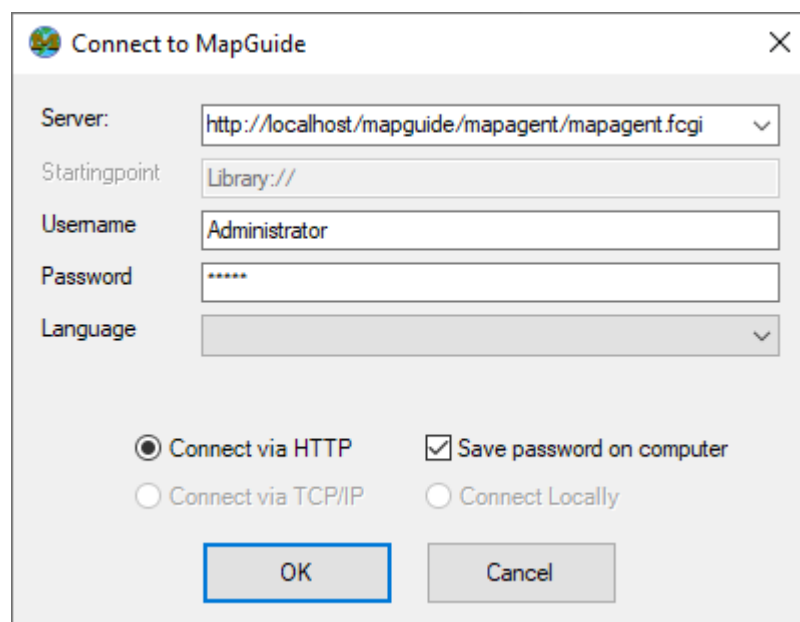
> Install



> Next



> Finish



#### 4.4 Actualizando el número del servidor

- ☐ Server: debe agregar localhost:**8008**, quedando de la siguiente forma:

Para efectos de esta prueba de investigación, se utilizaron los siguientes datos:

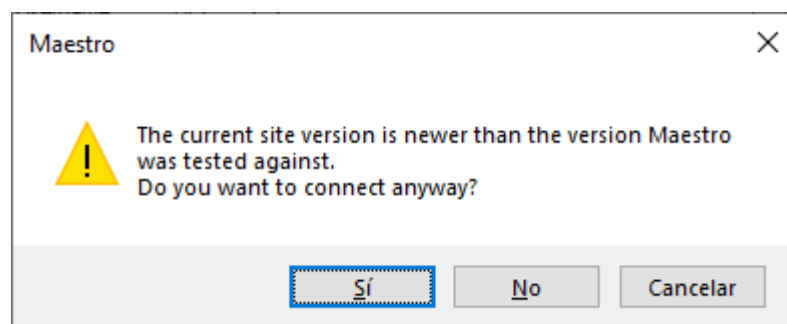
- ☐ Username: Administrator
- ☐ Password: admin

Las demás opciones, se mantienen sin modificar.

> Ok

Si aparece un mensaje que no está logrando conexión, en ocasiones es necesario reiniciar ApacheMapGuide.

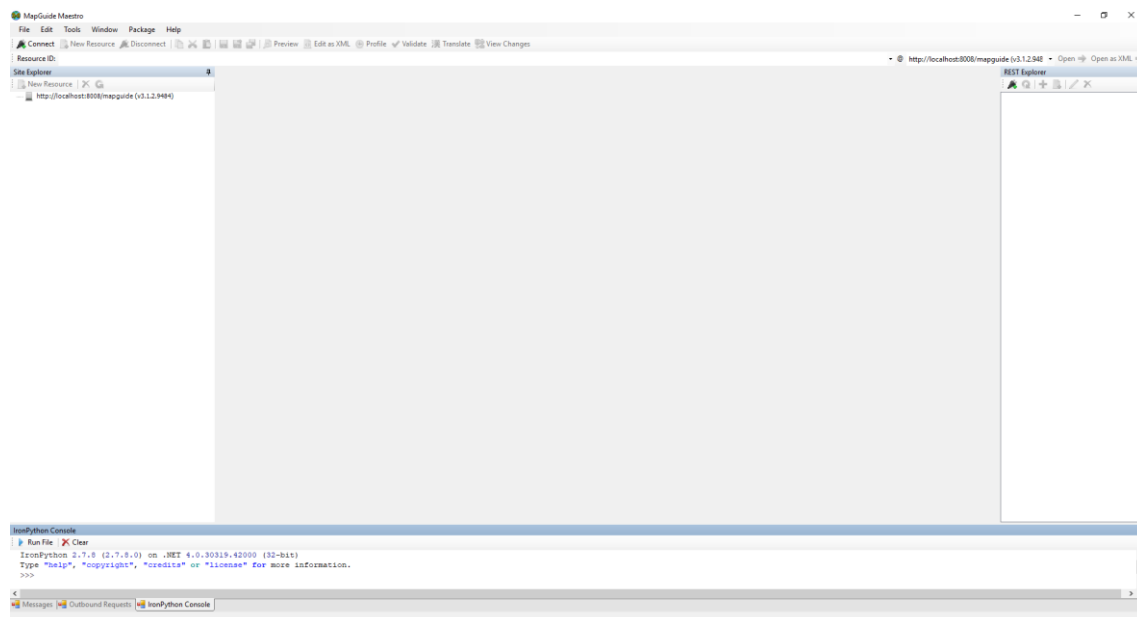
Si, por el contrario, aparece el siguiente mensaje, significa que la instalación está teniendo éxito.



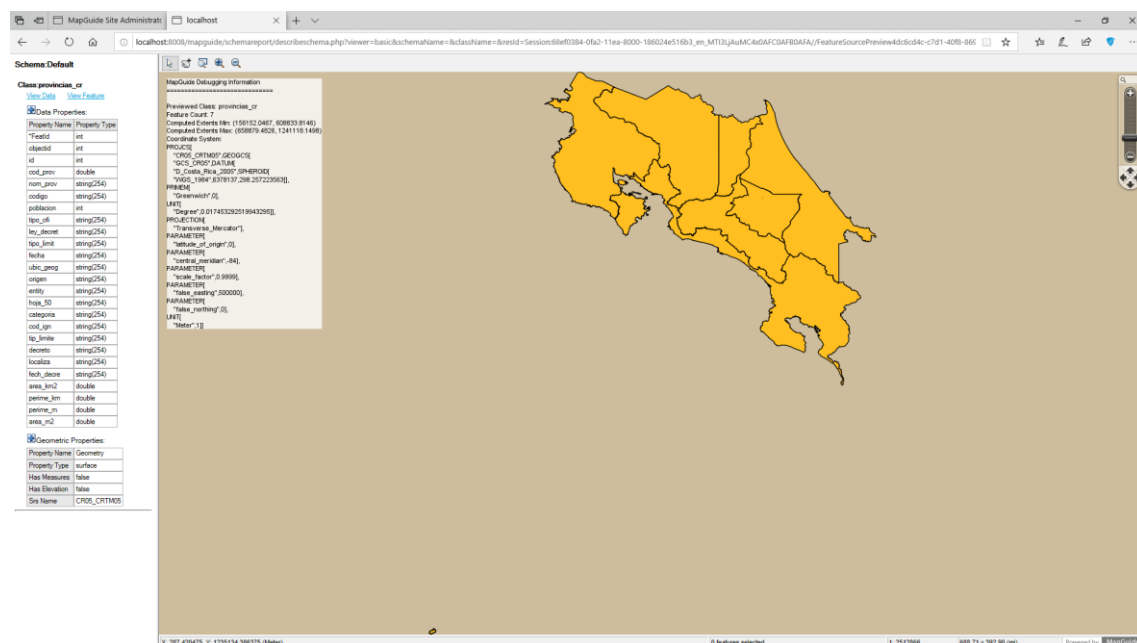
> Si



#### 4.5 Finalmente se abre la interfaz de MapGuide Maestro



## 5. Prueba de representación cartográfica.

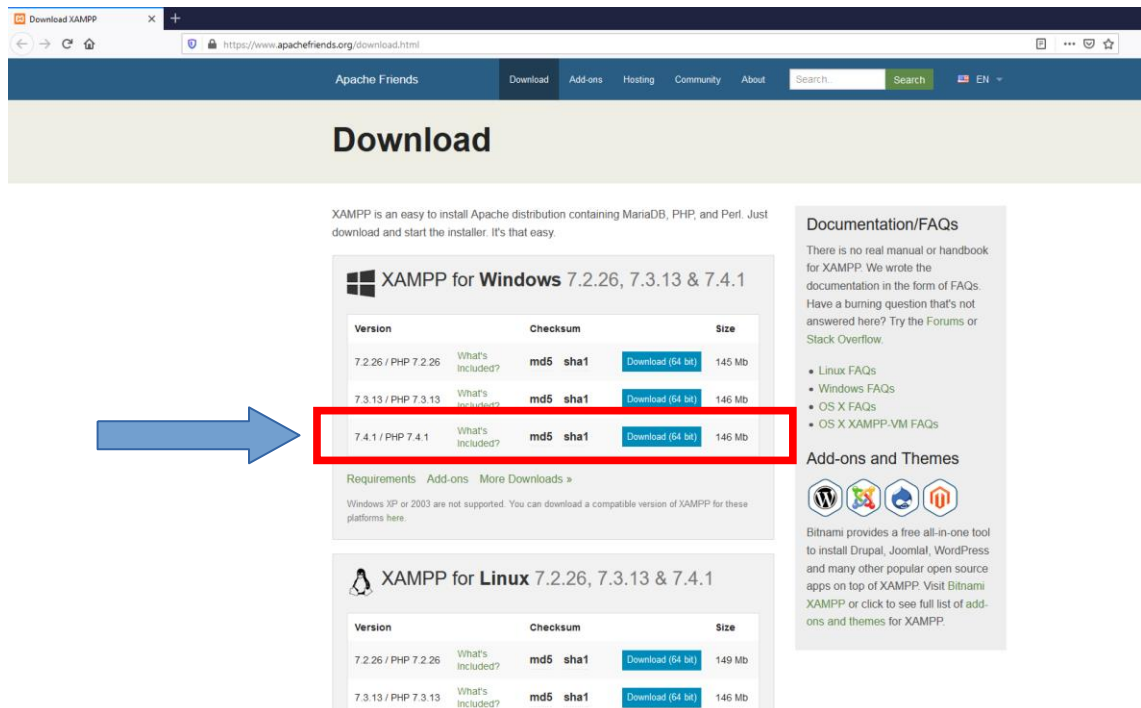


## Apéndice 2: Instalación de QGIS Server

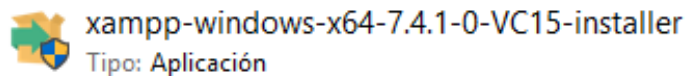
### 1. Requisitos previos de instalación.

1.1 Se visita el siguiente sitio: <https://www.apachefriends.org/download.html>

1.2 Se descarga el siguiente complemento, para la instalación del servidor web http Apache:

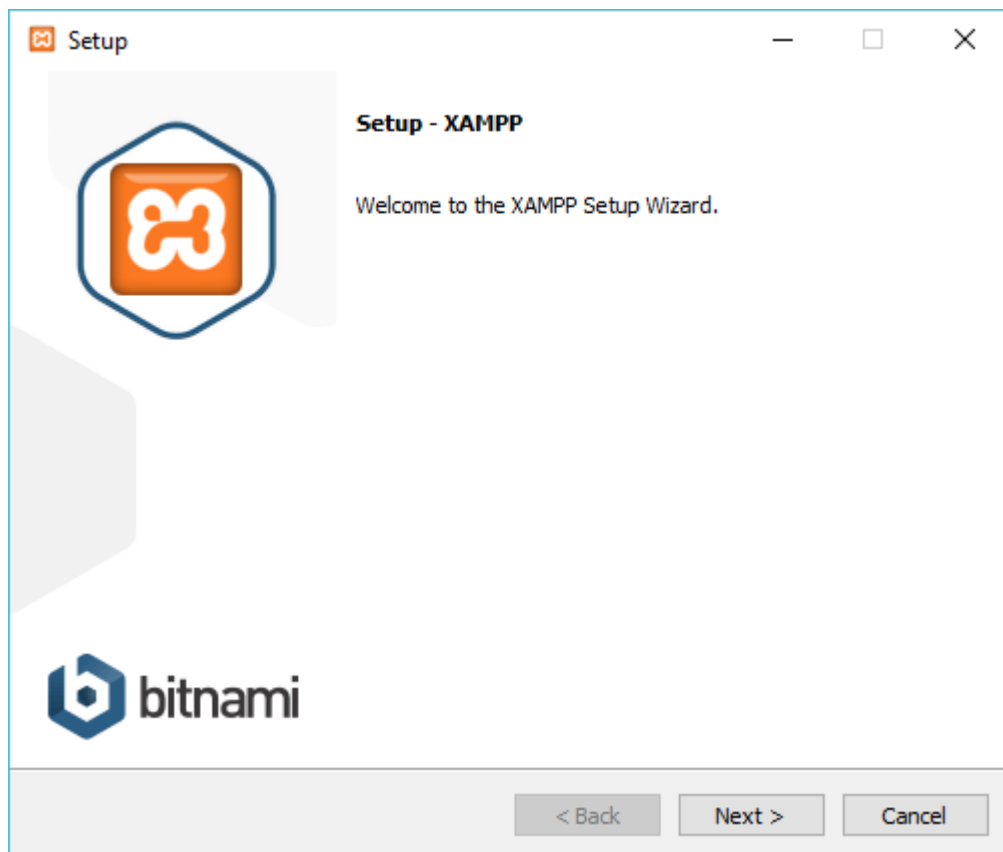


1.3 Se ejecuta el siguiente archivo:



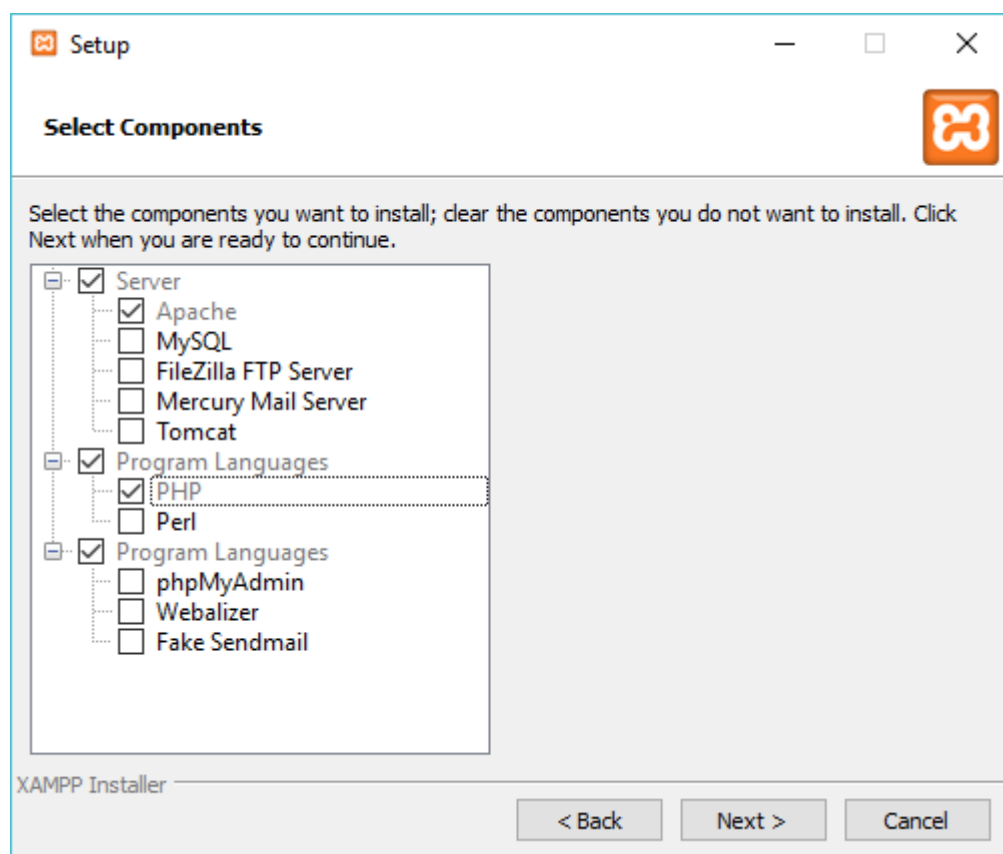
1.4 Se inicia la siguiente secuencia de ventanas de instalación:

\* En algunas ocasiones se debe gestionar las restricciones del antivirus instalado.



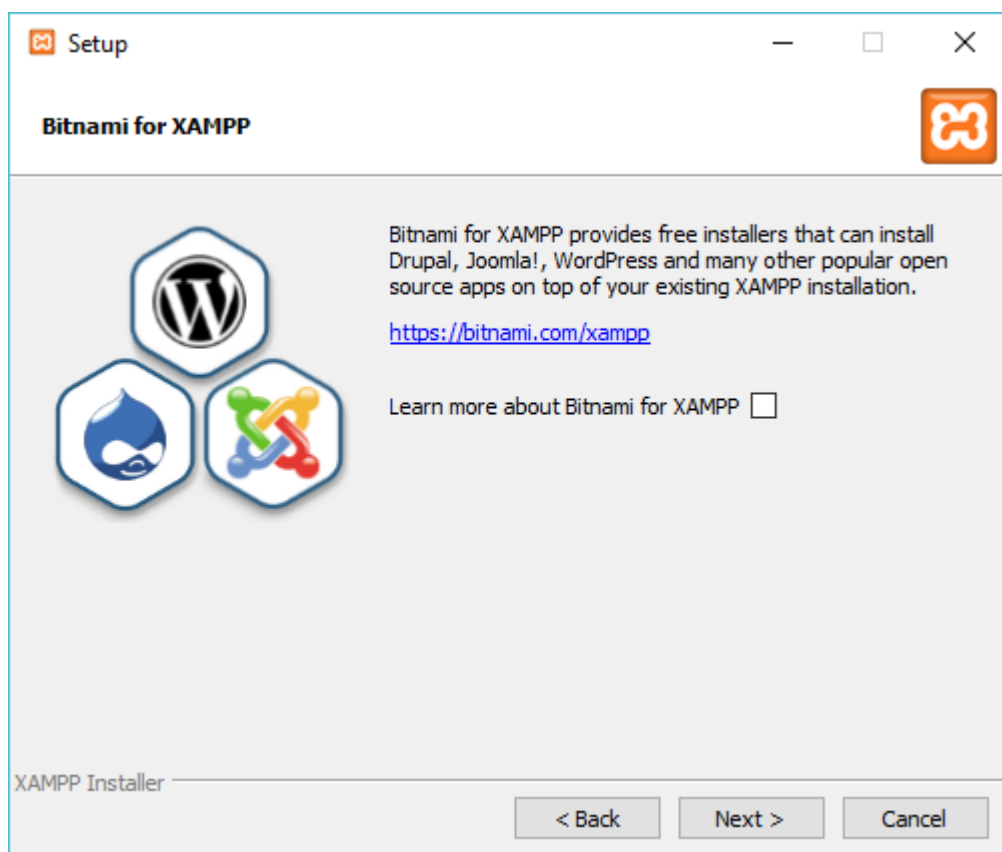
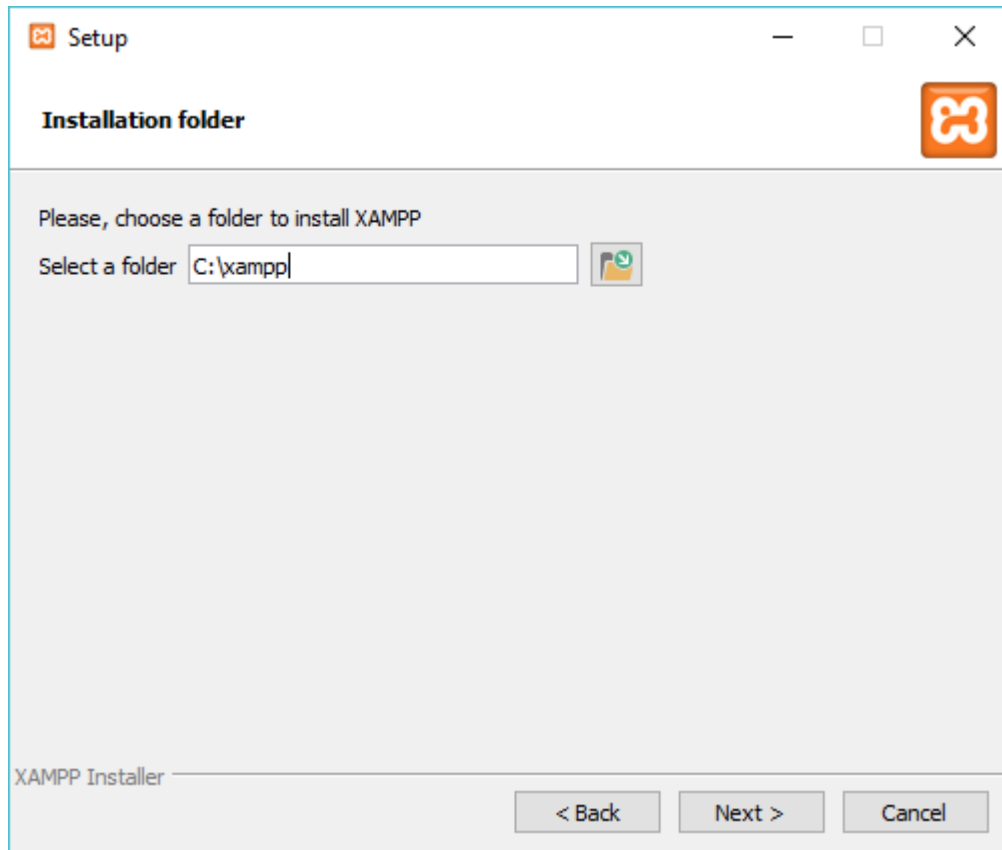
> Next

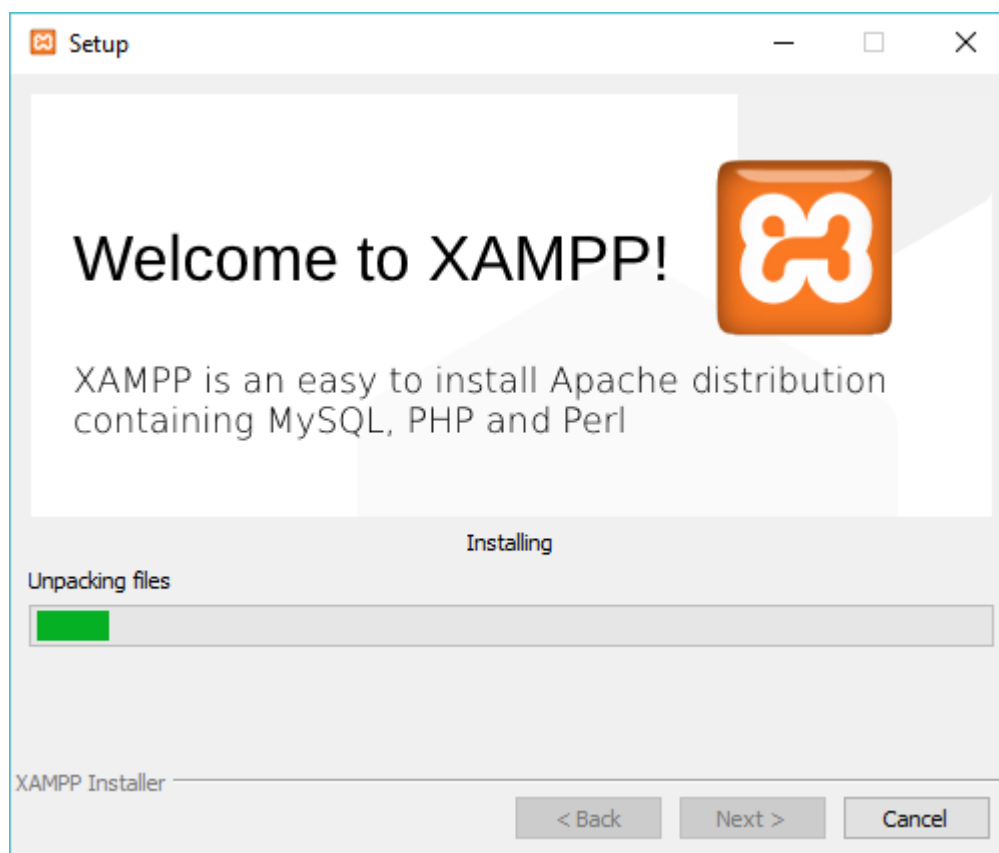
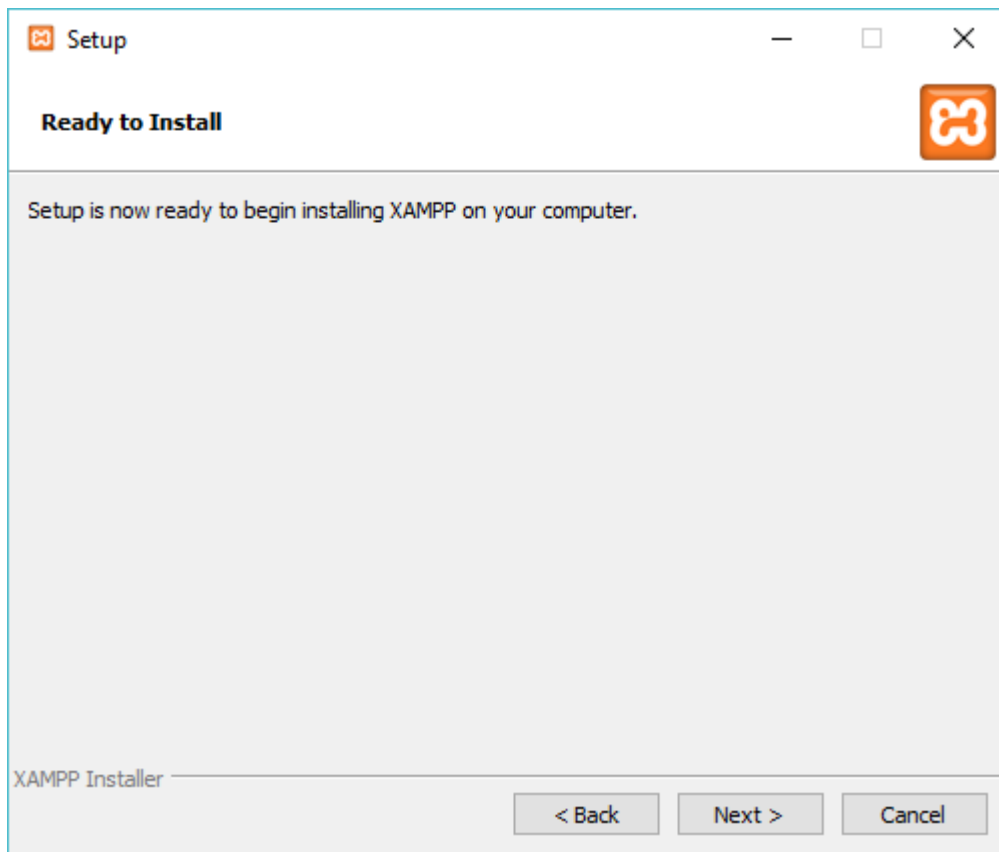
1.5 Se selecciona Apache y PHP



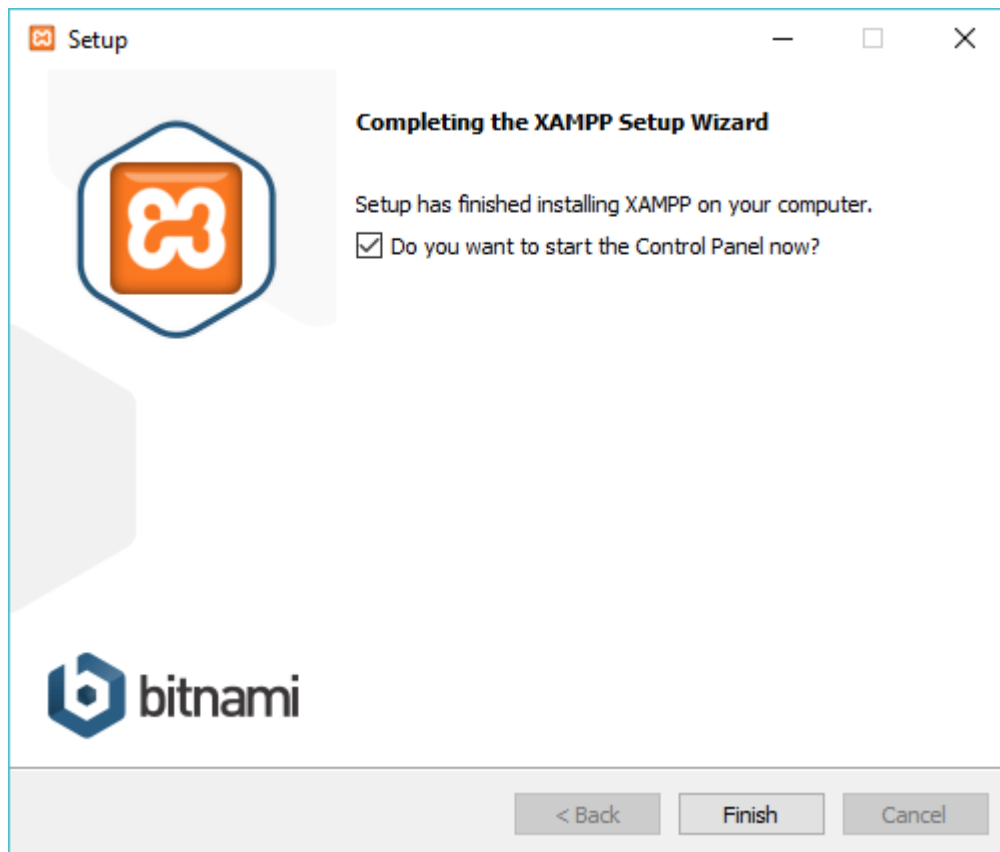
> Next

1.6 Se aceptan las siguientes ventanas con las configuraciones propuestas.

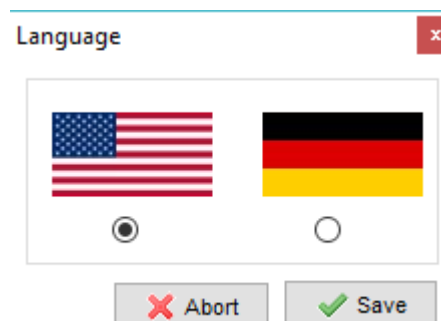




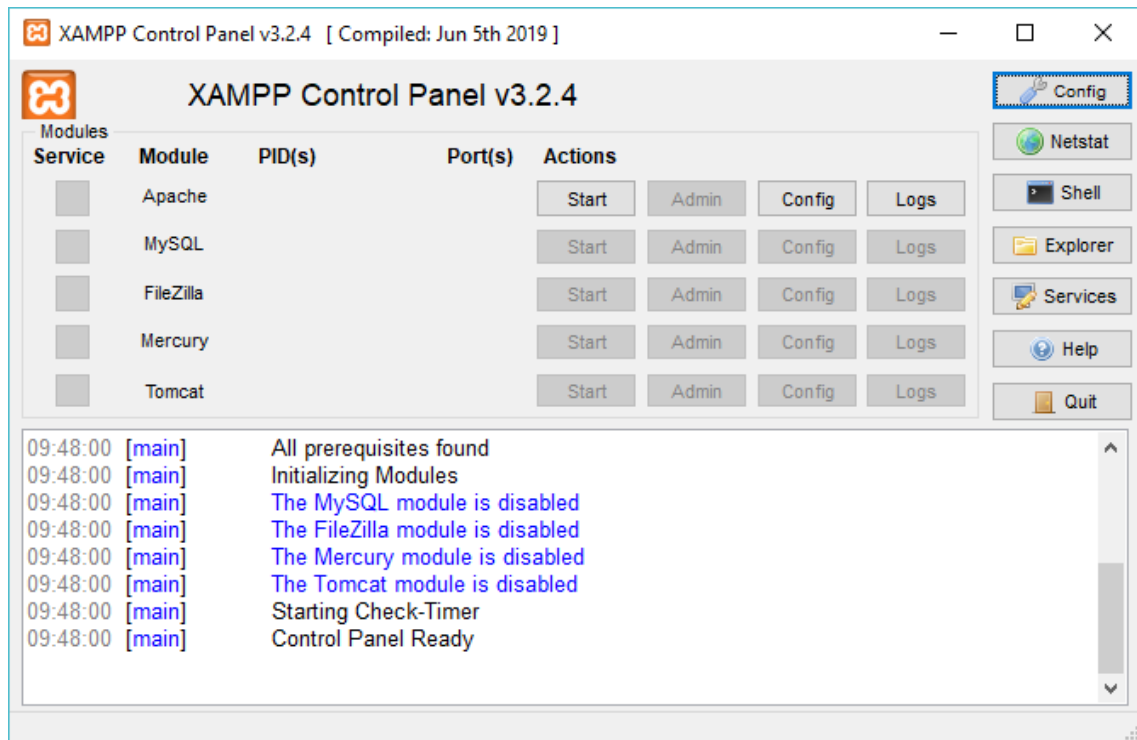
1.7 Se presenta la siguiente ventana, la cual propone abrir la consola que muestra diversas tareas, entre ellas la de iniciar o cerrar el servidor. De momento, se deja la casilla marcada para conocer dicha consola.



> Finish




> Save



\* Esta consola también se puede abrir de la siguiente forma:

> Se dirige a la siguiente ruta: C:\xampp

> Doble clic en el siguiente archivo:  xampp-control

1.8 Clic en el botón: **Star**, correspondiente al servicio Apache.

1.9 Se realiza la siguiente prueba:

- ☐ Se ingresa en la barra de direcciones de cualquier navegador: localhost
- ☐ Se debe obtener la siguiente página:



## Welcome to XAMPP for Windows 7.4.1

You have successfully installed XAMPP on this system! Now you can start using Apache, MariaDB, PHP and other components. You can find more info in the [FAQs](#) section or check the [HOW-TO Guides](#) for getting started with PHP applications.

XAMPP is meant only for development purposes. It has certain configuration settings that make it easy to develop locally but that are insecure if you want to have your installation accessible to others. If you want have your XAMPP accessible from the internet, make sure you understand the implications and you checked the [FAQs](#) to learn how to protect your site. Alternatively you can use [WAMP](#), [MAMP](#) or [LAMP](#) which are similar packages which are more suitable for production.

Start the XAMPP Control Panel to check the server status.

### Community

XAMPP has been around for more than 10 years – there is a huge community behind it. You can get involved by joining our [Forums](#), adding yourself to the [Mailing List](#), and liking us on [Facebook](#), following our exploits on [Twitter](#), or adding us to your [Google+](#) circles.

### Contribute to XAMPP translation at [translate.apachefriends.org](https://translate.apachefriends.org).

Can you help translate XAMPP for other community members? We need your help to translate XAMPP into different languages. We have set up a site, [translate.apachefriends.org](https://translate.apachefriends.org), where users can contribute translations.

### Install applications on XAMPP using Bitnami

Apache Friends and Bitnami are cooperating to make dozens of open source applications available on XAMPP, for free. Bitnami-packaged applications include Wordpress, Drupal, Joomla! and dozens of others and can be deployed with one-click installers. Visit the [Bitnami XAMPP page](#) for details on the currently available apps.

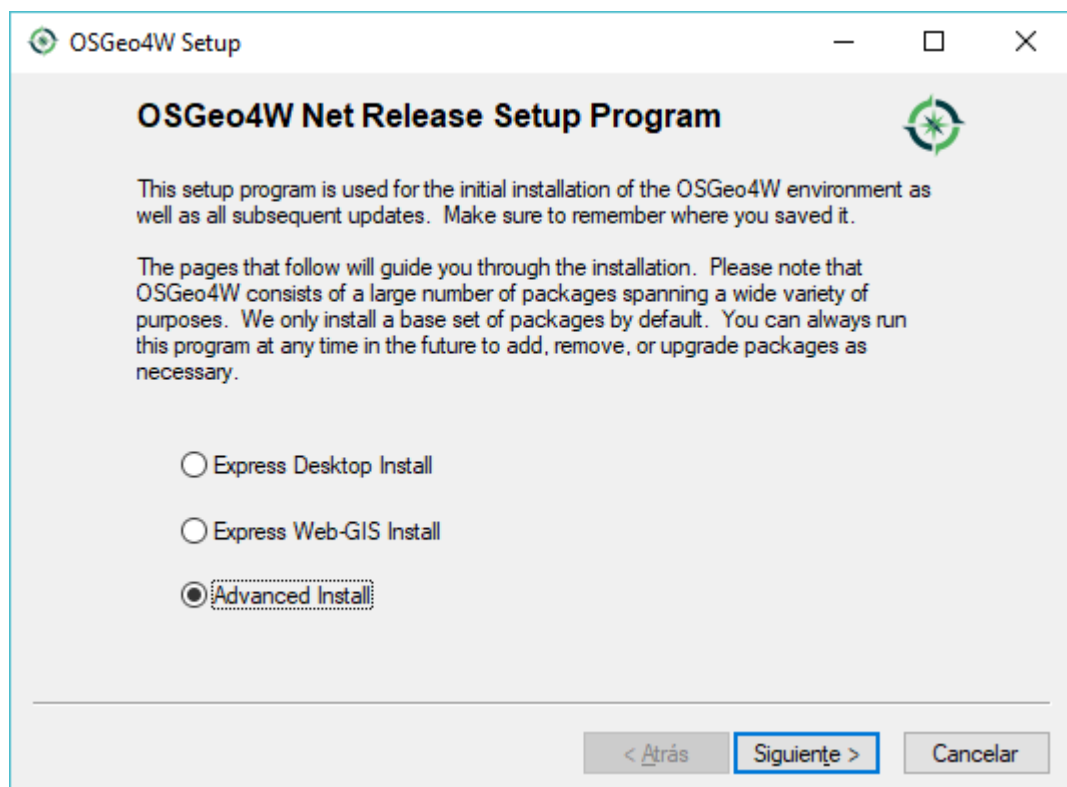
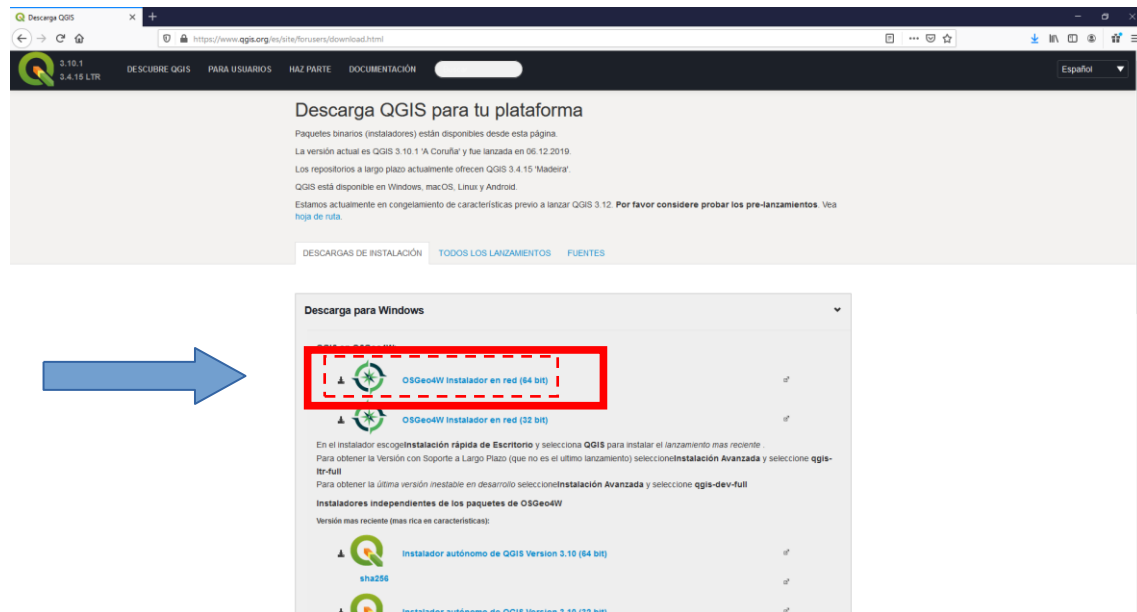
1.10 De momento, se detiene el servidor dando clic en el botón: **Stop**



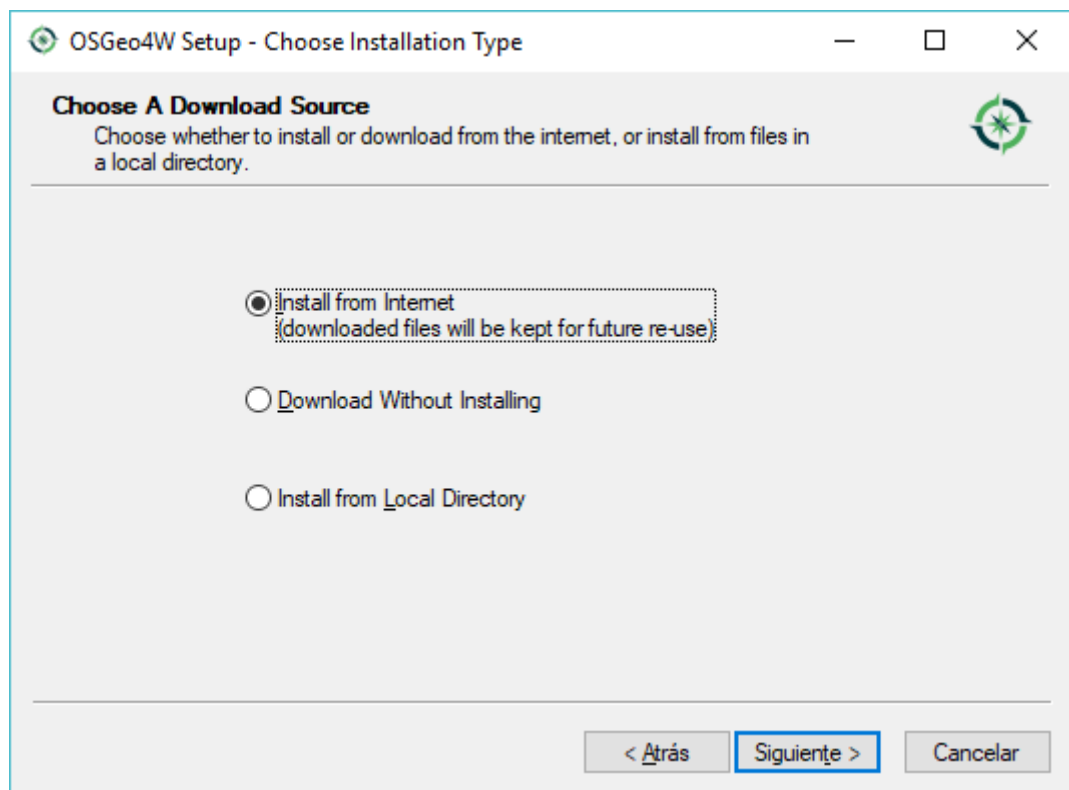
## 2. Instalación OSGeo4W (64 bit)

2.1 Se debe dirigir al sitio web de QGIS.

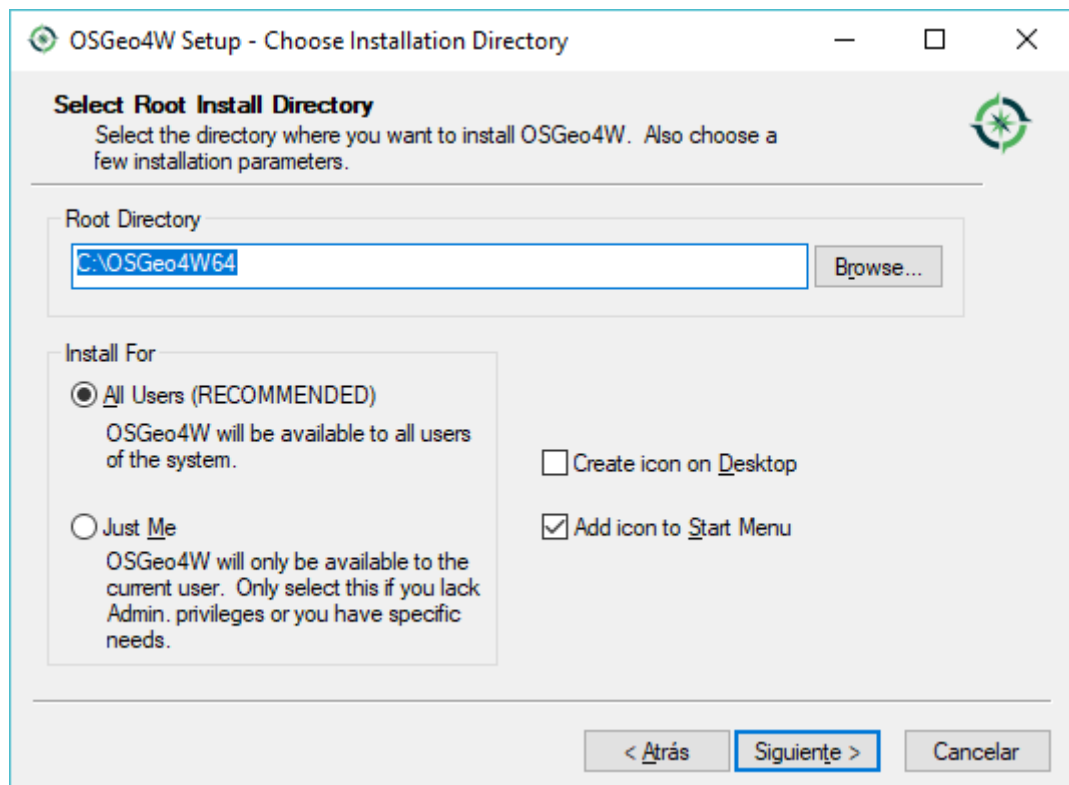
2.2 Se descarga y se inicia la instalación del siguiente paquete:



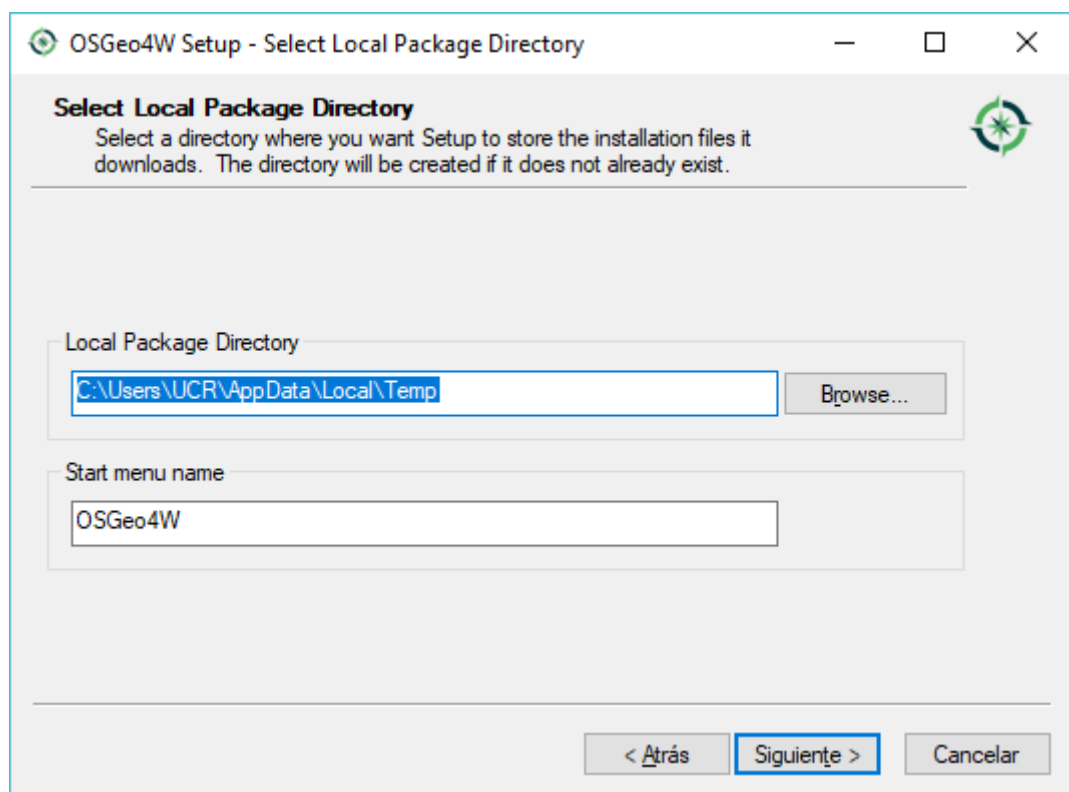
> Siguiente



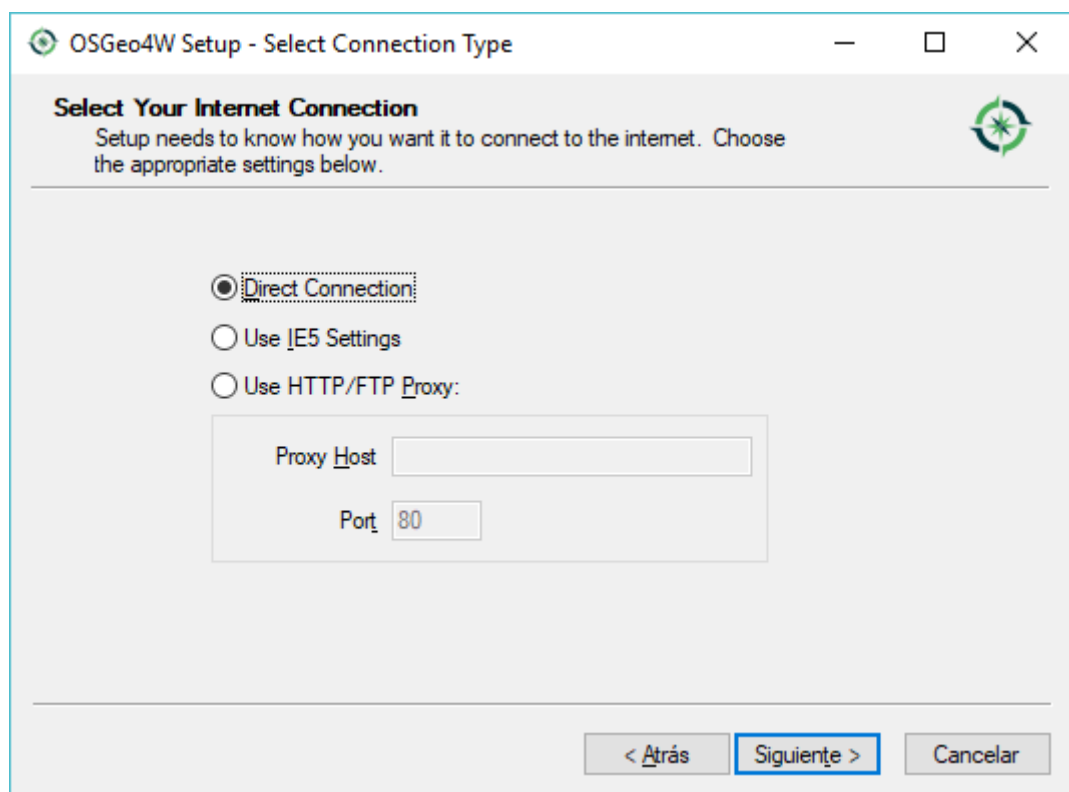
> Siguiente



> Siguiente

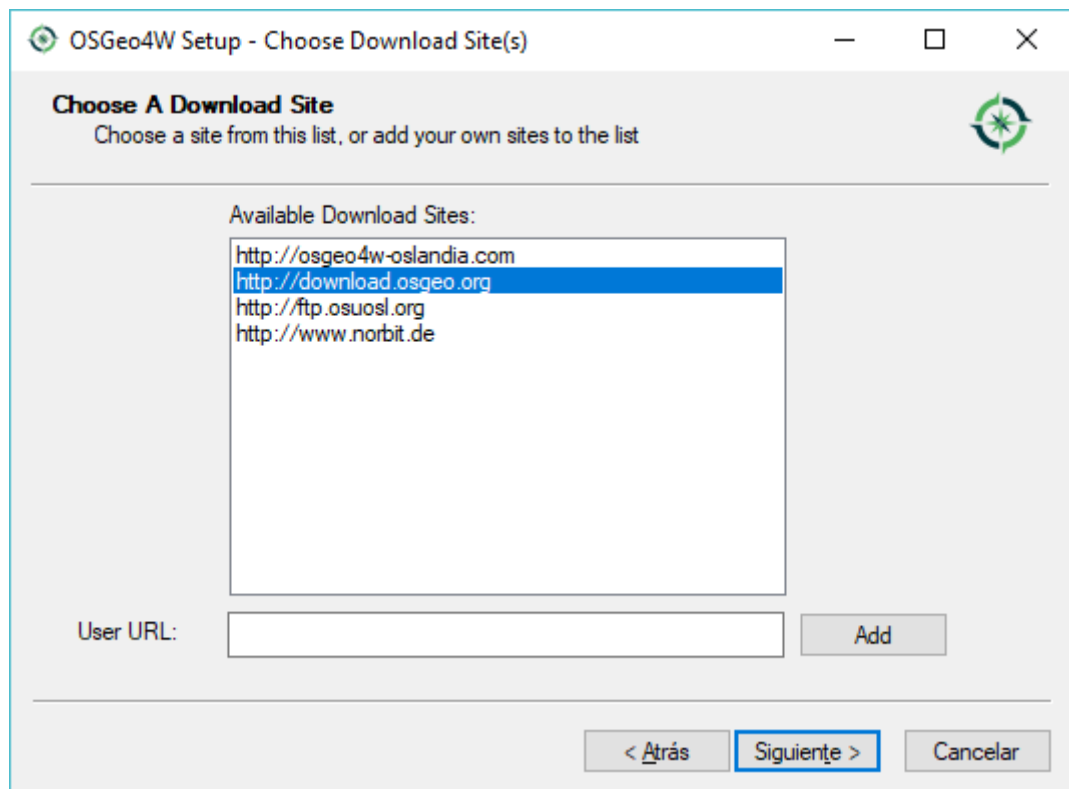


> Siguiente



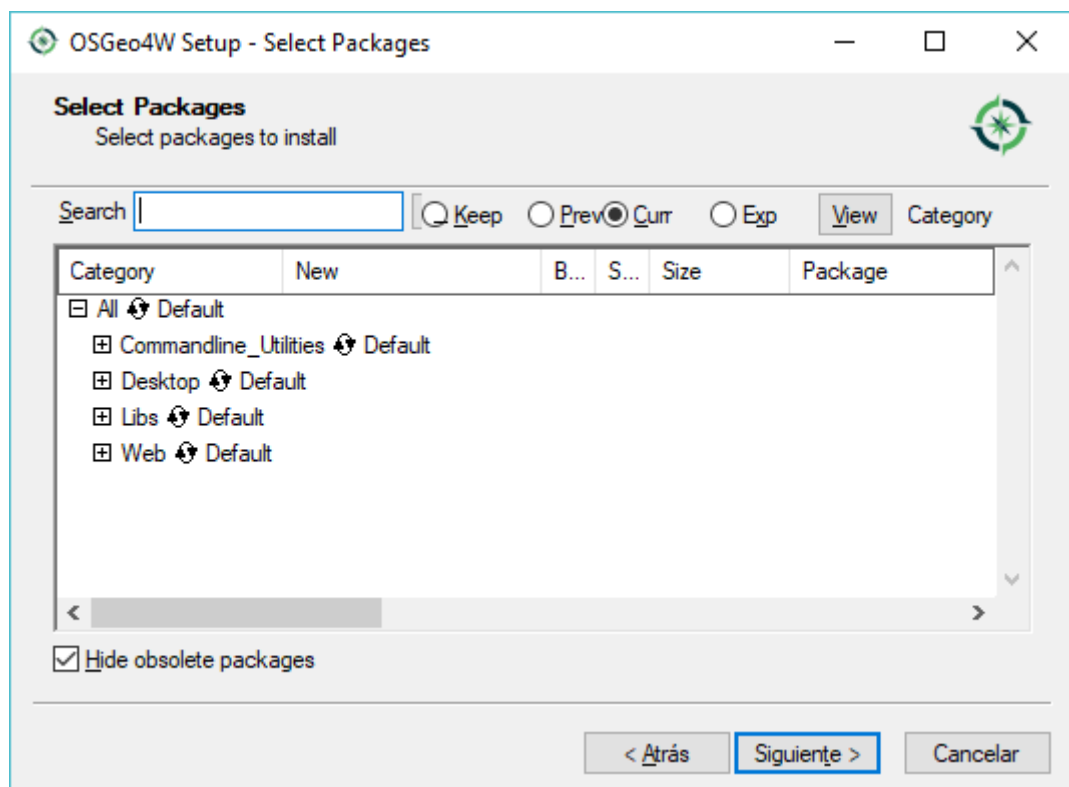
> Siguiente

> Se selecciona: <http://download.osgeo.org>



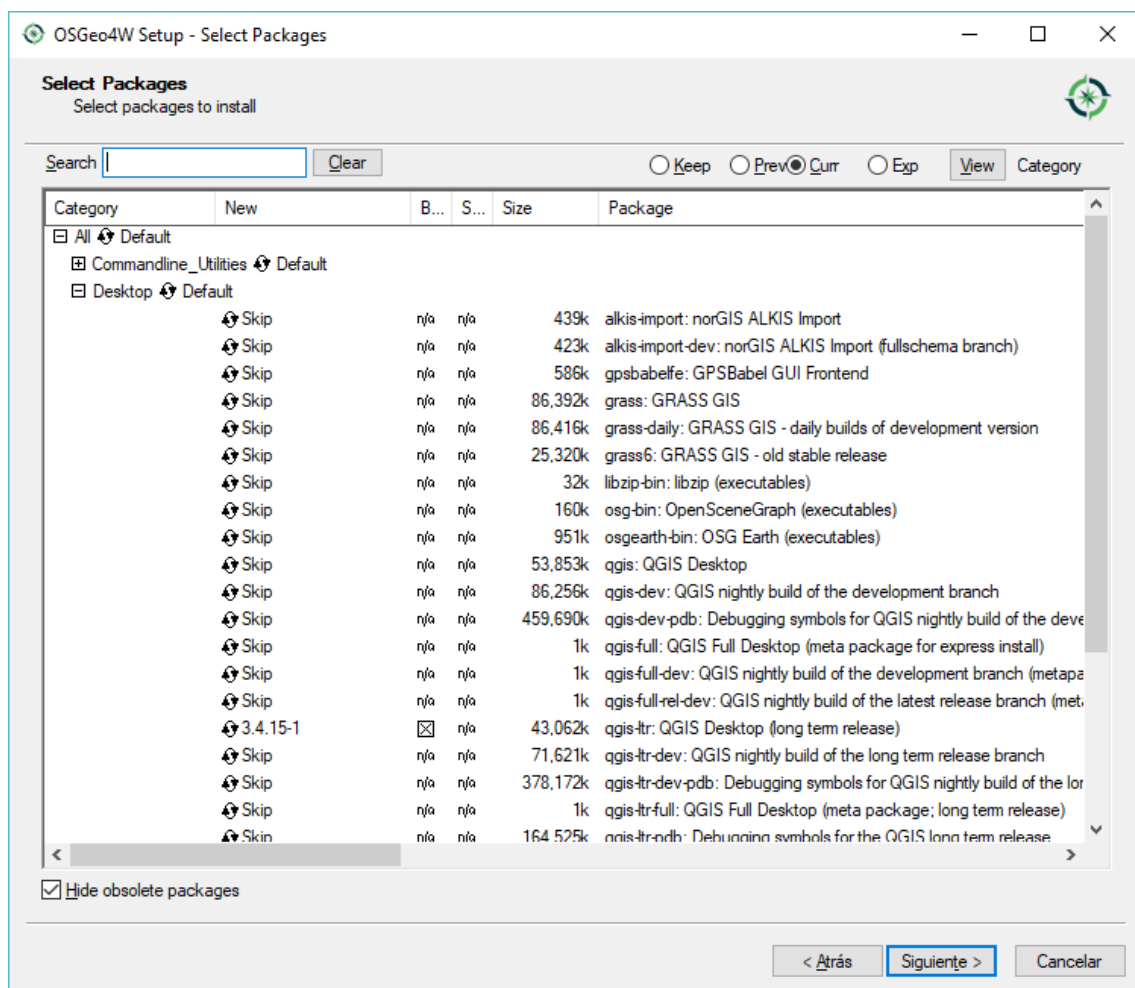
> Siguiente

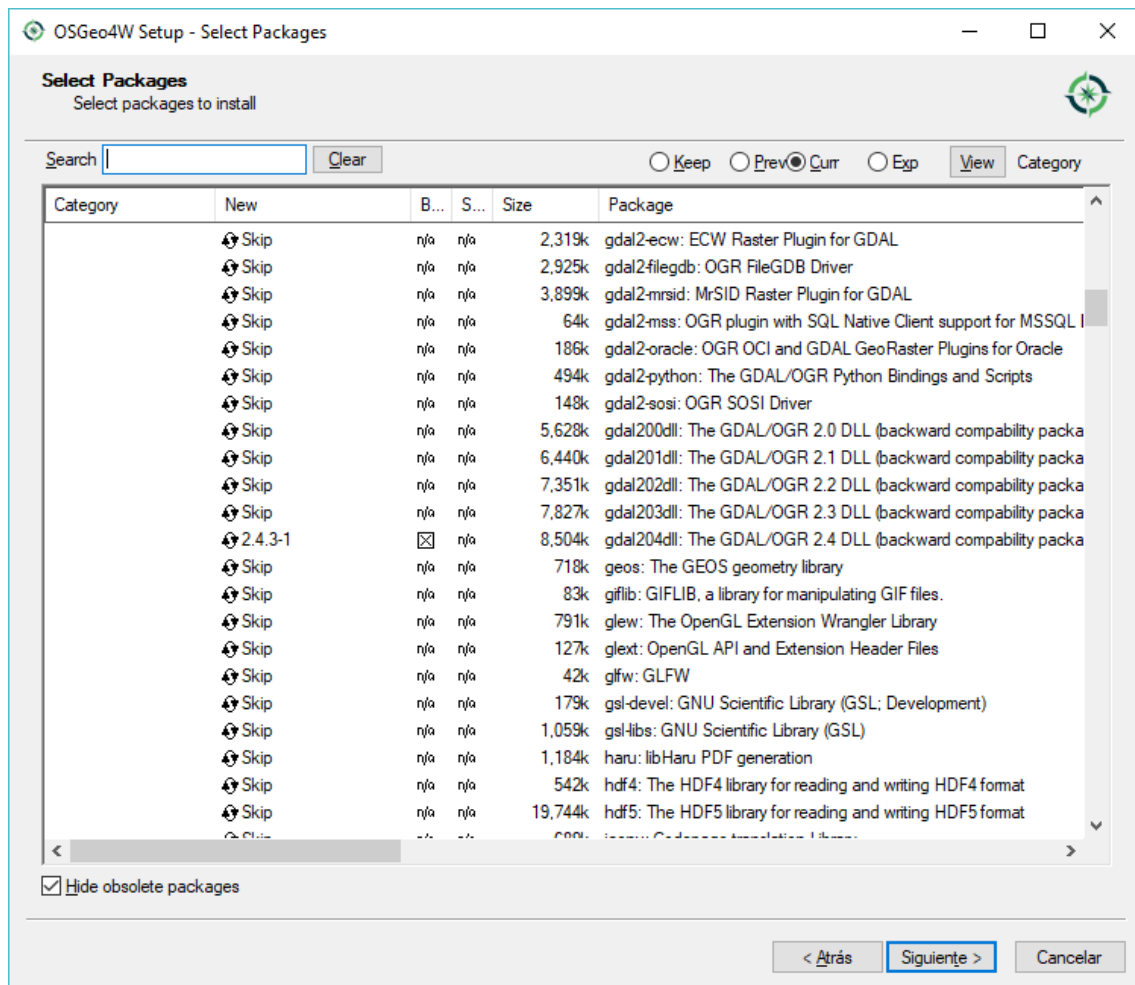
2.3 Se obtiene la siguiente ventana:

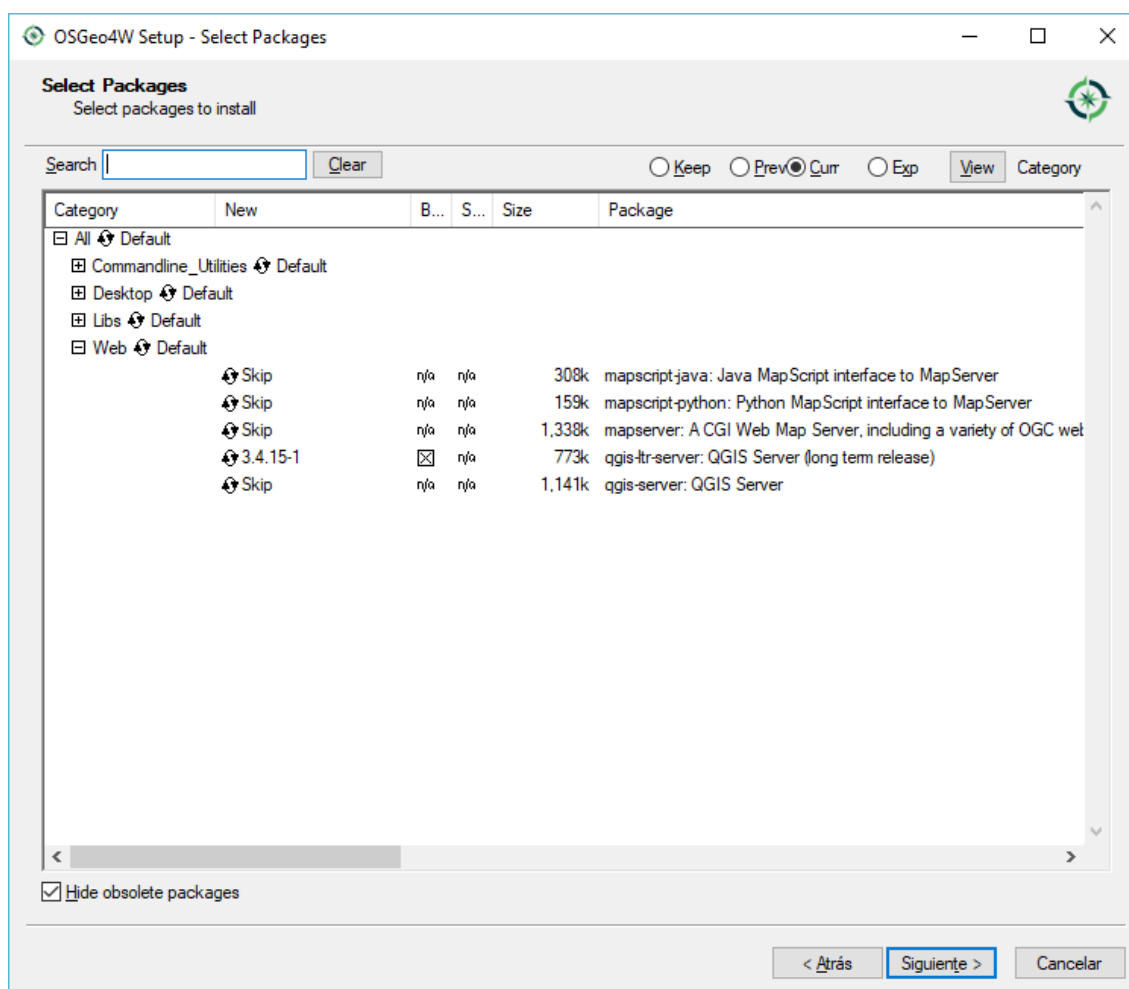


## 2.4 Se selecciona y se instala lo siguiente:

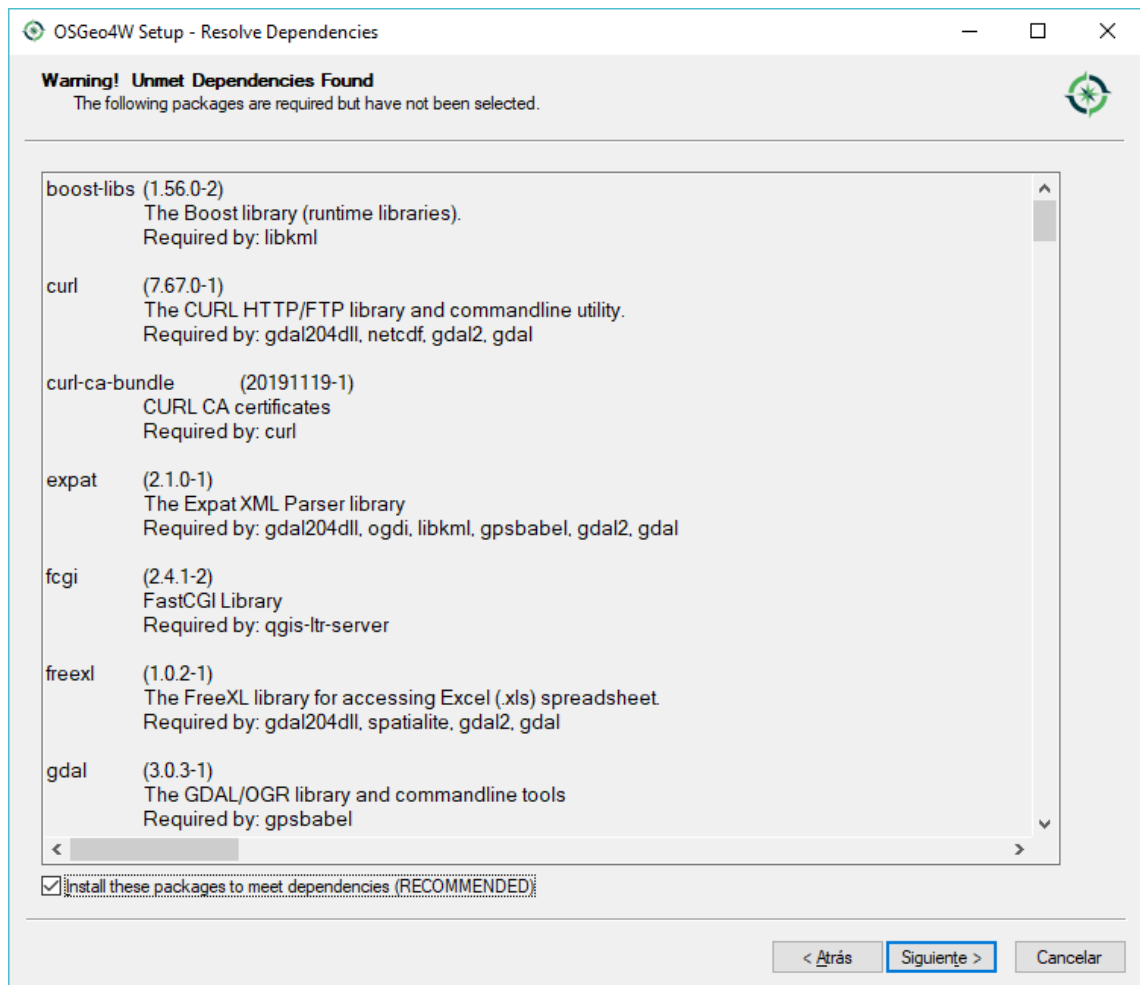
- Desktop: qgis-ltr: **QGIS Desktop (long term release)**
- Libs: **gdal204dll**
- Web: qgis-ltr-server: **QGIS Server (long term release)**





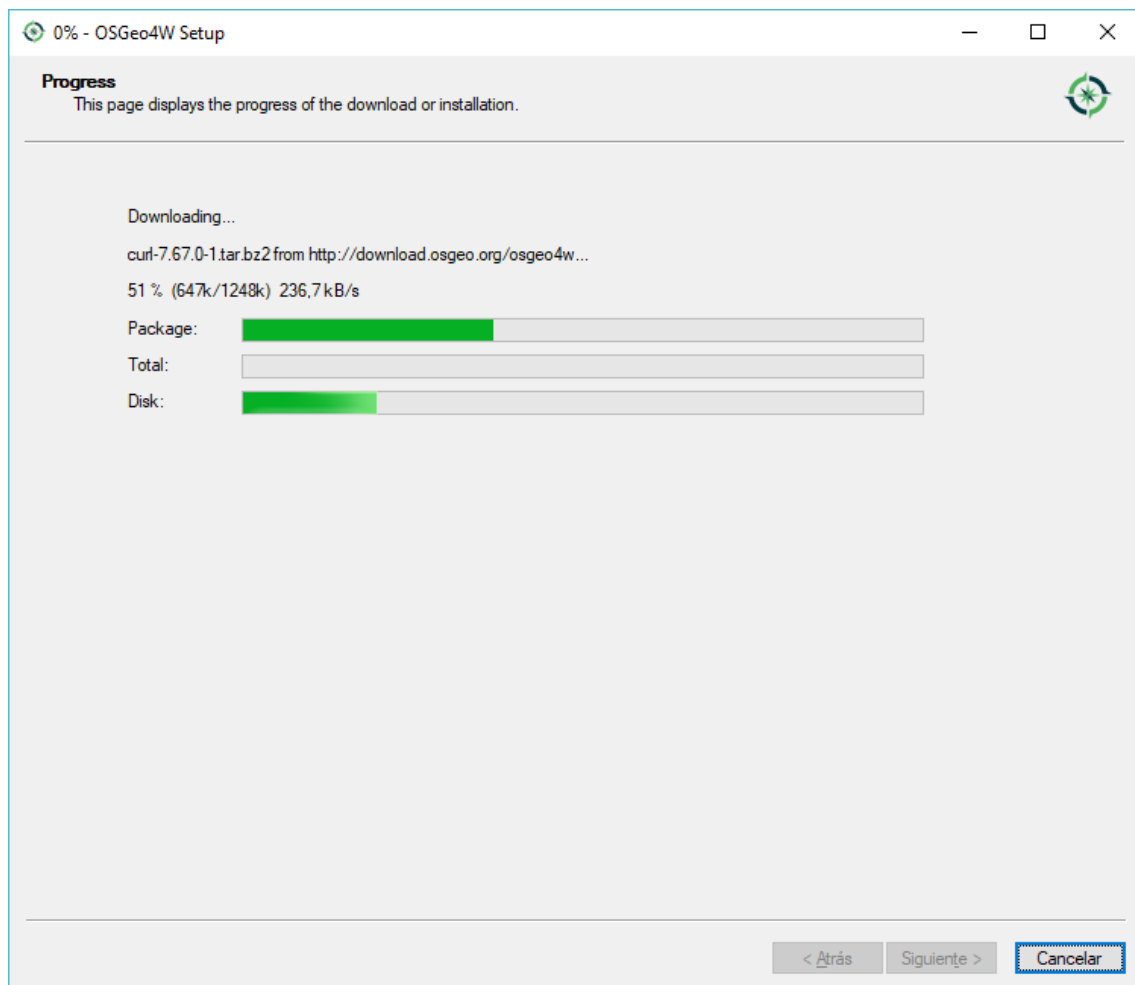


2.5 Se aceptan los complementos y términos de licencia en las siguientes ventanas.

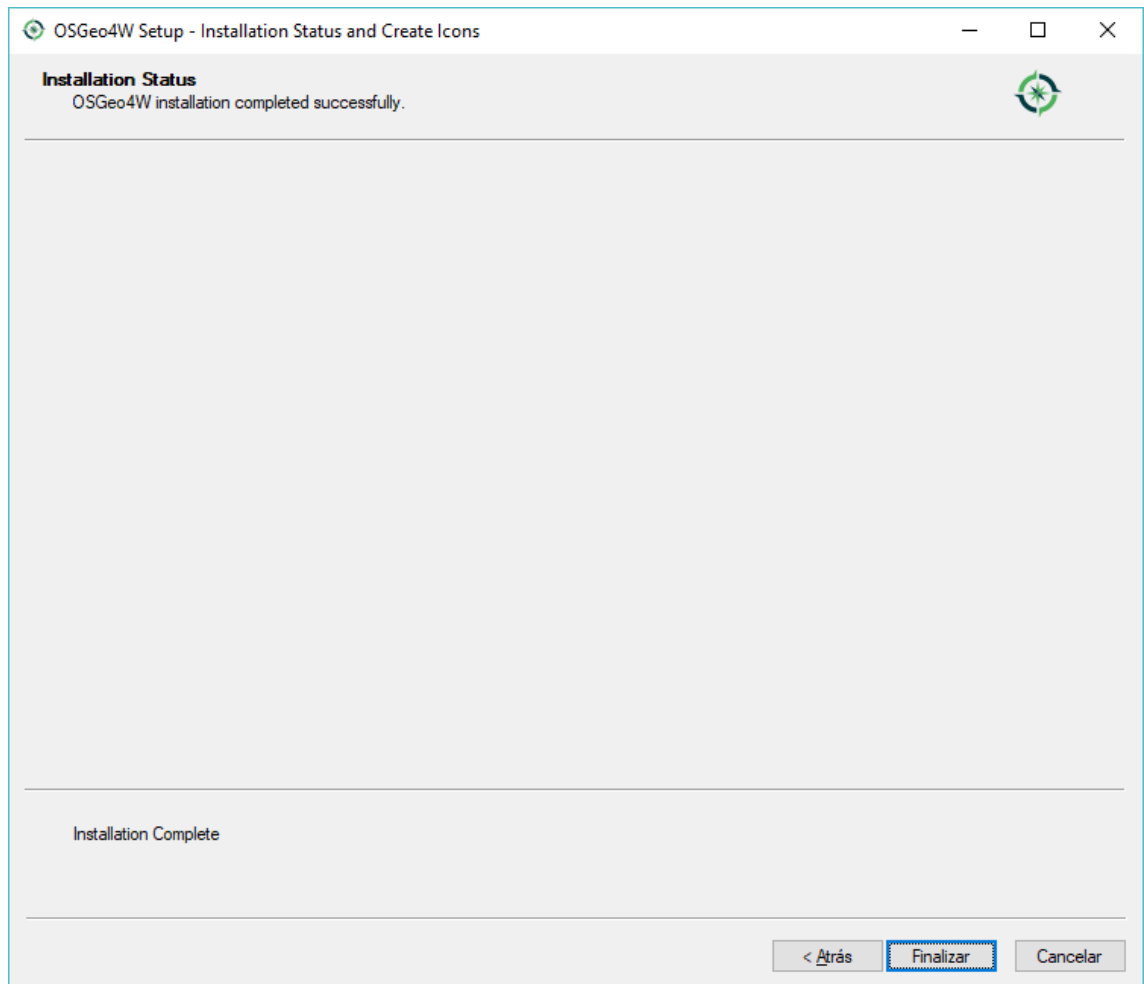


2.6 Se inicia el proceso de instalación.





2.7 El tiempo de instalación demora varios minutos.



> Finalizar

### 3. Edición del archivo http.conf

Se modifica el servidor web Apache para informarle la incorporación del servidor QGIS

3.1 En la ventana: XAMPP Control Panel

3.2 Clic en el botón: Config (del servicio Apache) > seleccione: Apache (httpd.conf)

3.3 Edite en el bloc de notas lo siguiente:

Busque:
ScriptAlias /cgi-bin/ "C:/xampp/cgi-bin/"
Reemplace:
<b>ScriptAlias /cgi-bin/ "C:/OSGeo4W64/apps/qgis-ltr/bin/"</b>

Busque:
<Directory "C:/xampp/cgi-bin"> AllowOverride All Options None Require all granted </Directory>
Reemplace:
<b>&lt;Directory "C:/OSGeo4W64/apps/qgis-ltr/bin"&gt;     SetHandler cgi-script     AllowOverride None     Options ExecCGI</b>

<b>Order allow,deny</b>
<b>Allow from all</b>
<b>Require all granted</b>
<b>&lt;/Directory&gt;</b>

Busque:
AddHandler cgi-script .cgi .pl .asp
Reemplace:
<b>AddHandler cgi-script .cgi .pl .asp .exe</b>

Al final del documento, agregue el siguiente texto:
<b>SetEnv GDAL_DATA "C:\OSGeo4W64\share\gdal"</b> <b>SetEnv QGIS_AUTH_DB_DIR_PATH "C:\OSGeo4W64\apps\qgis-ltr\resources"</b> <b>SetEnv PYTHONHOME "C:\OSGeo4W64\apps\Python37"</b> <b>SetEnv PATH "C:\OSGeo4W64\bin;C:\OSGeo4W64\apps\qgis-ltr\bin;C:\OSGeo4W64\apps\Qt5\bin;C:\WINDOWS\system32;C:\WINDOWS;C:\WINDOWS\System32\wbem"</b> <b>SetEnv QGIS_PREFIX_PATH "C:\OSGeo4W64\apps\qgis-ltr"</b> <b>SetEnv QT_PLUGIN_PATH "C:\OSGeo4W64\apps\qgis-ltr\plugins;C:\OSGeo4W64\apps\Qt5\plugins"</b>

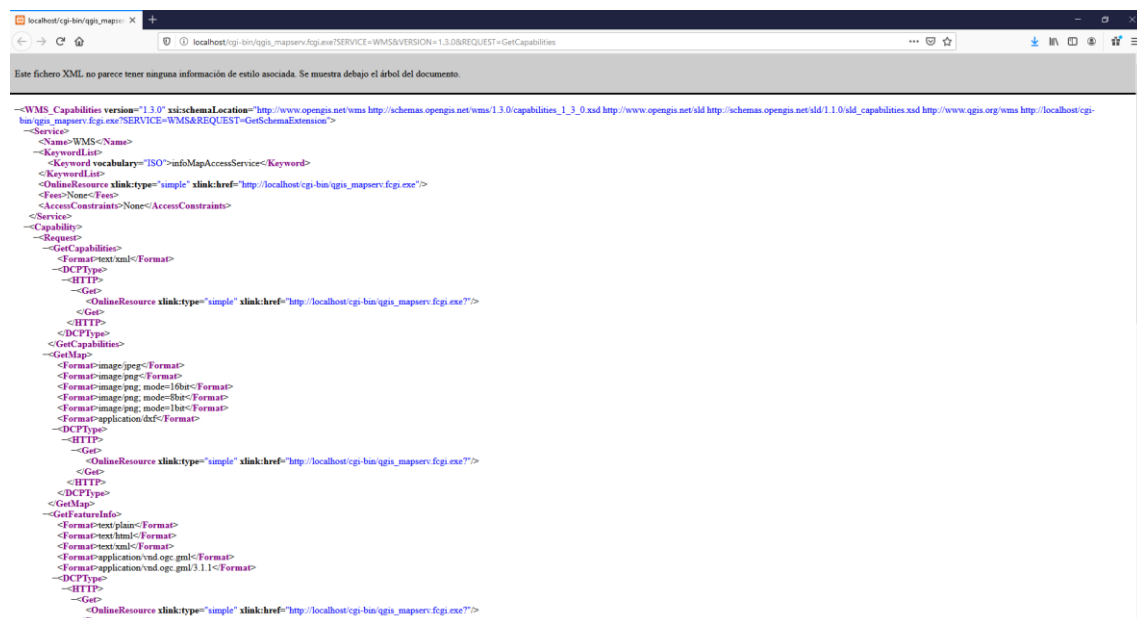
3.4 Se guarda el bloc de notas.

3.5 Se inicia el servidor Apache.

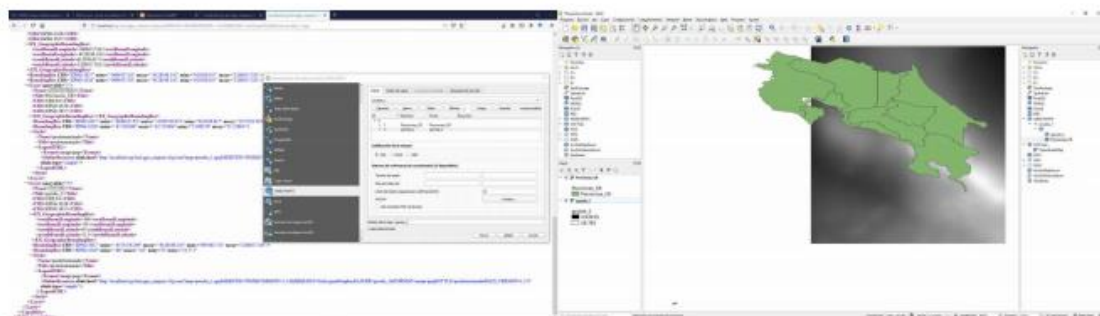
3.6 Se ingresa en la barra de direcciones del navegador la siguiente solicitud WMS GetCapabilities:

**http://localhost/cgi-bin/qgis\_mapserv.fcgi.exe?SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0&REQUEST=GetCapabilities**

3.7 Se debe obtener el siguiente resultado:



#### 4. Prueba de representación cartográfica.

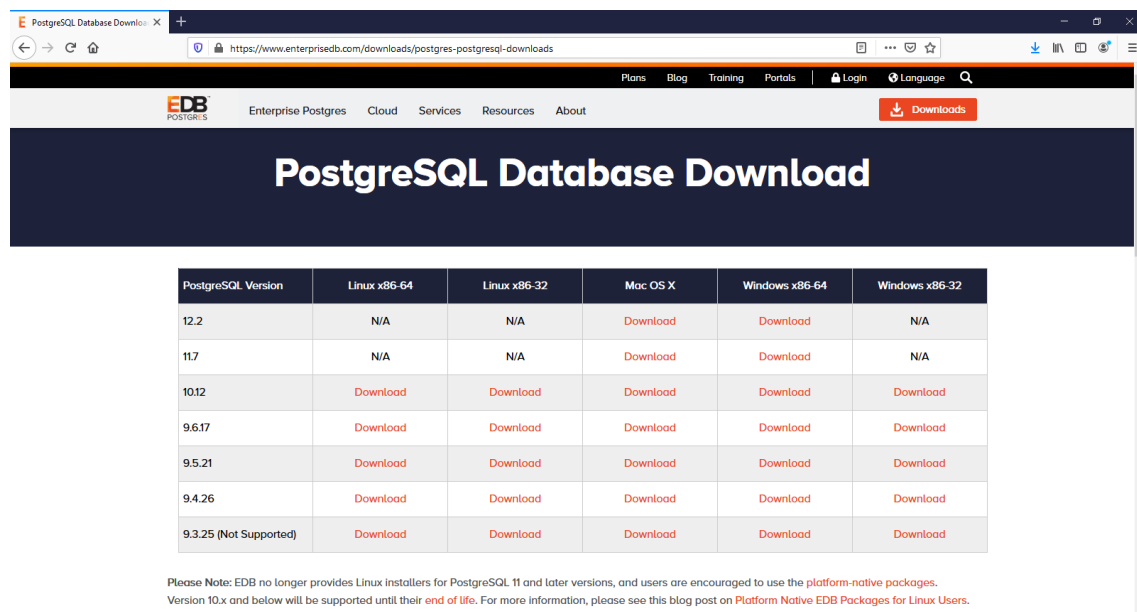


## Apéndice 3: Pasos para la Descarga e Instalación del programa PostgreSQL – PostGIS – pgAdmin

### Pasos para la descarga de PostgreSQL

1. La siguiente lista de pasos de instalación se lleva a cabo en un sistema operativo Windows 10, de 64 bits.
2. Se visita en internet la siguiente página web: [www.postgresql.org](http://www.postgresql.org)
3. Se localiza el enlace para descargas. Para este proyecto de investigación se utilizó la última versión: 12.2

Nota: Es importante revisar que bajo esta versión 12.2, a la fecha de mayo del 2020, no se tiene la opción de instalarlo en Linux, a menos que sea una versión anterior, la cual corresponde a la 10.12, tal como se muestra en la siguiente figura:



PostgreSQL Version	Linux x86-64	Linux x86-32	Mac OS X	Windows x86-64	Windows x86-32
12.2	N/A	N/A	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	N/A
11.7	N/A	N/A	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	N/A
10.12	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>
9.6.17	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>
9.5.21	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>
9.4.26	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>
9.3.25 (Not Supported)	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>	<a href="#">Download</a>

Please Note: EDB no longer provides Linux installers for PostgreSQL 11 and later versions, and users are encouraged to use the [platform-native packages](#). Version 10.x and below will be supported until their [end of life](#). For more information, please see this [blog post](#) on [Platform Native EDB Packages for Linux Users](#).

### Pasos para la Instalación de PostgreSQL

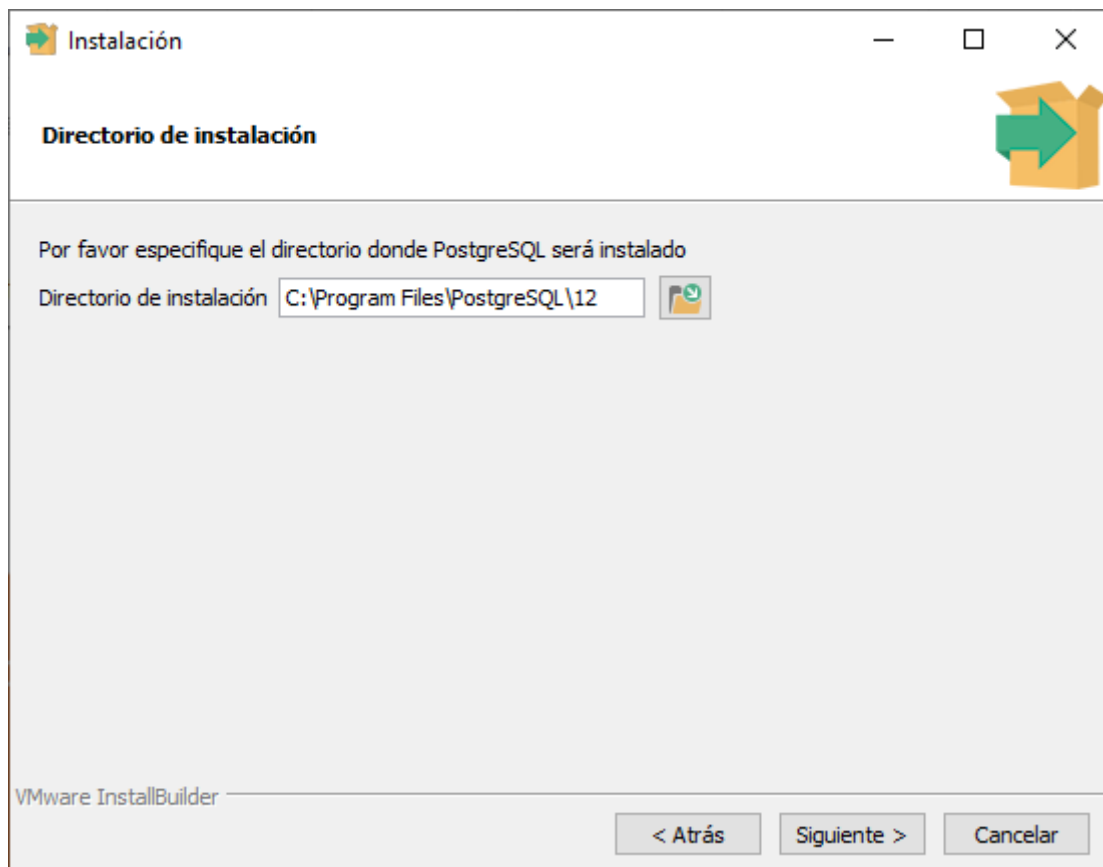
1. Se inicia el asistente de instalación.

Nota: Se recomienda contar con internet durante todo el proceso de instalación.

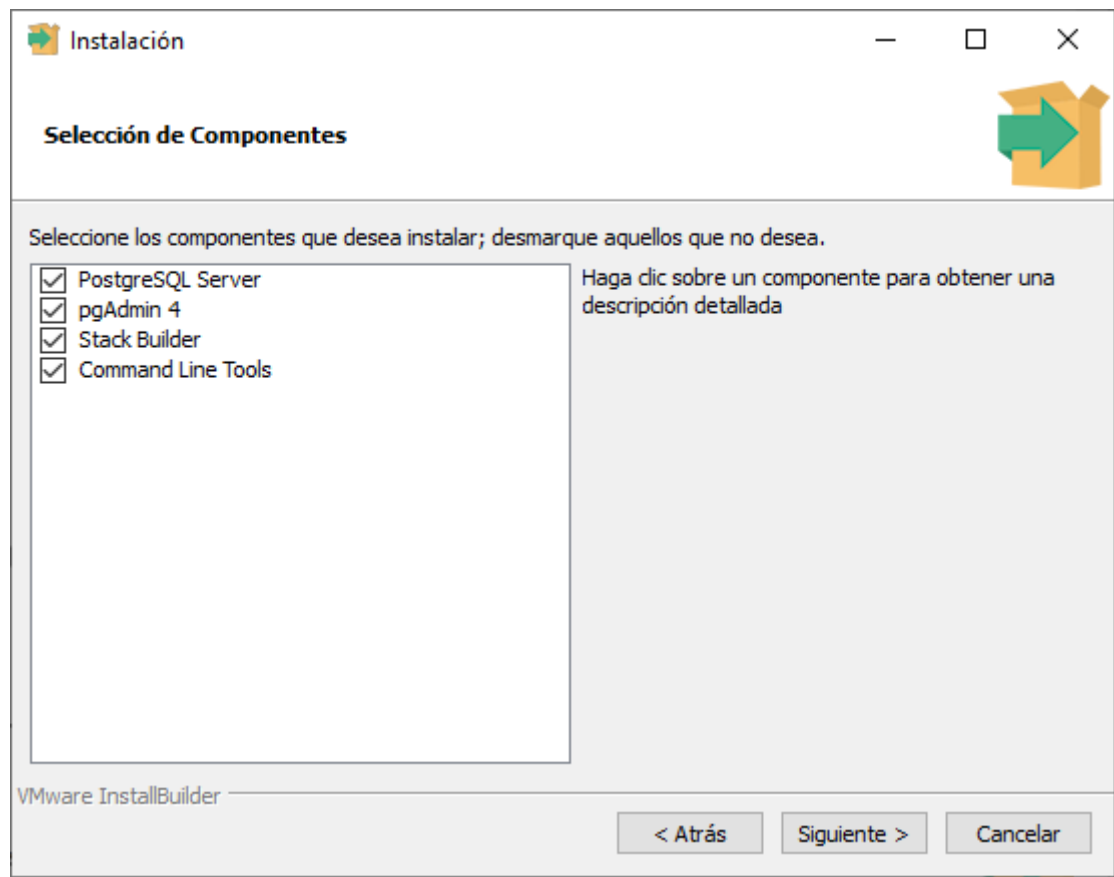
2. A continuación, se presentan una serie de ventanas de instalación con el objetivo de seguir a detalle cada uno de los pasos de instalación y ejecución.



> Siguiente

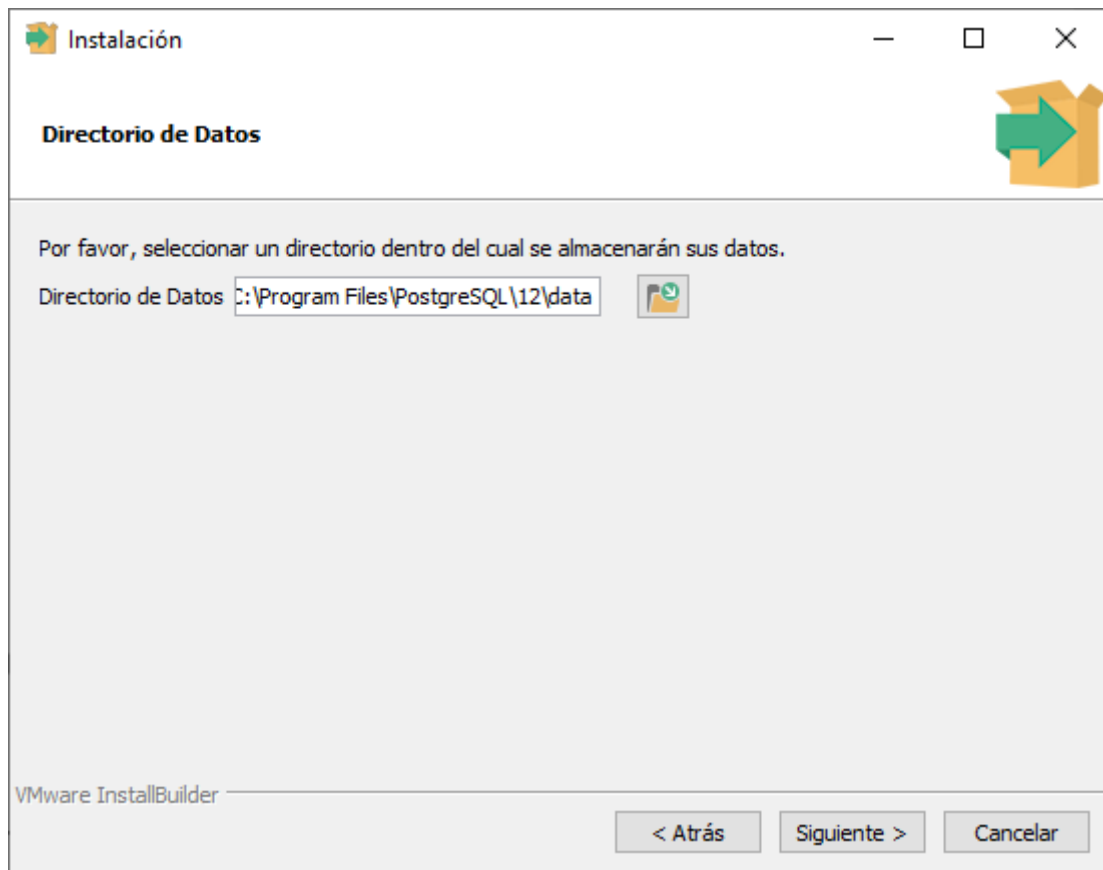


> Siguiente

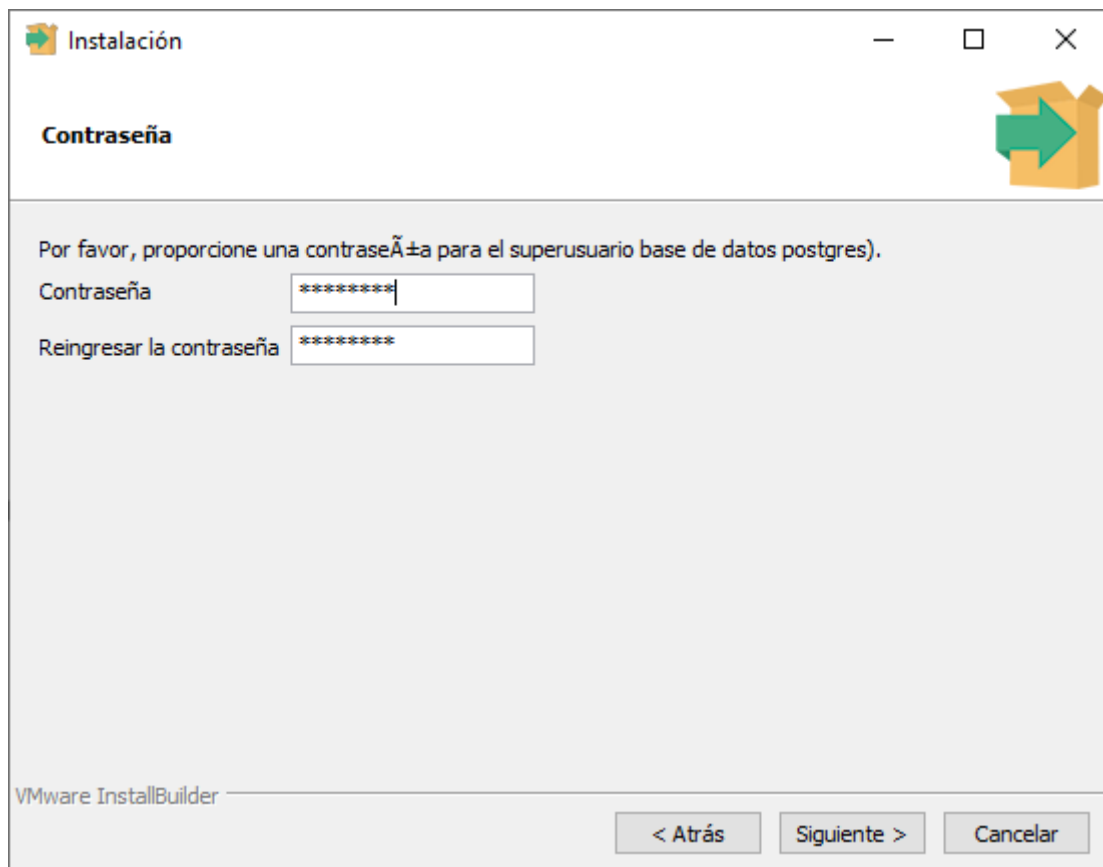


> Siguiente

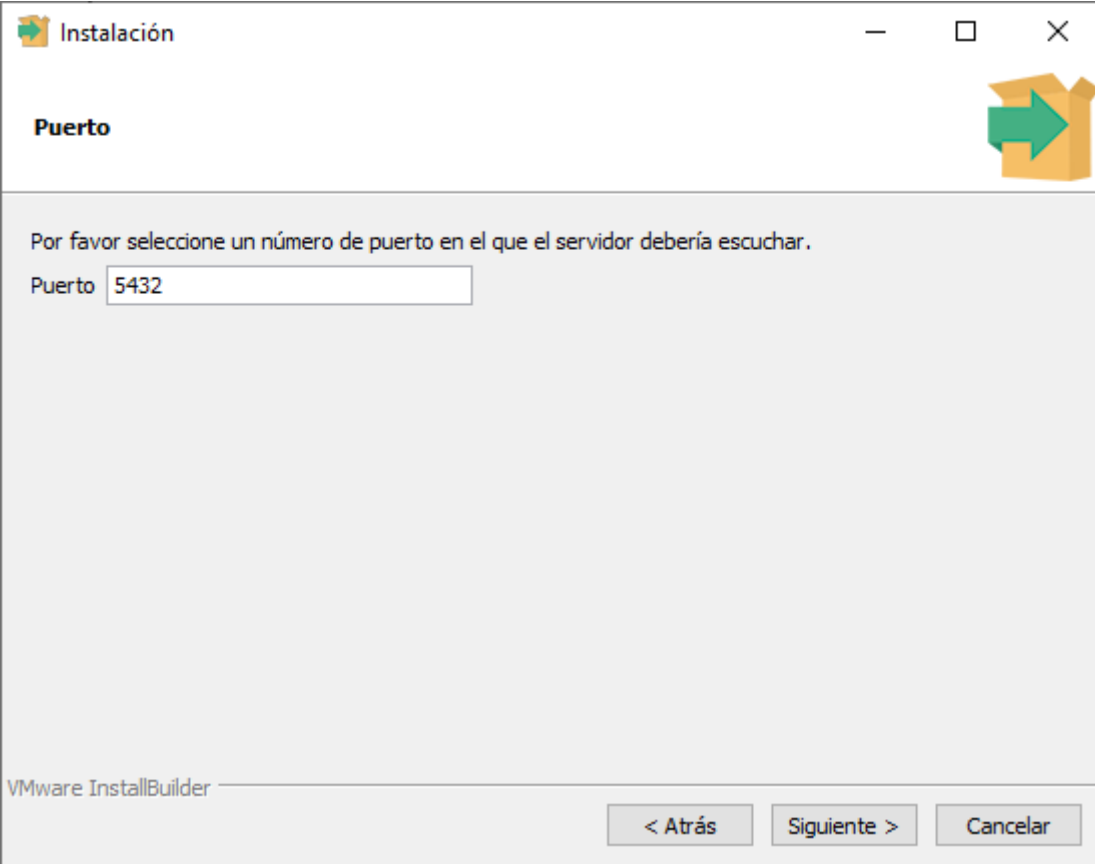




3. Para efectos de pruebas se utiliza la siguiente contraseña: **postgres**



#### 4. Recordar el número de puerto 5432



Instalación

**Puerto**

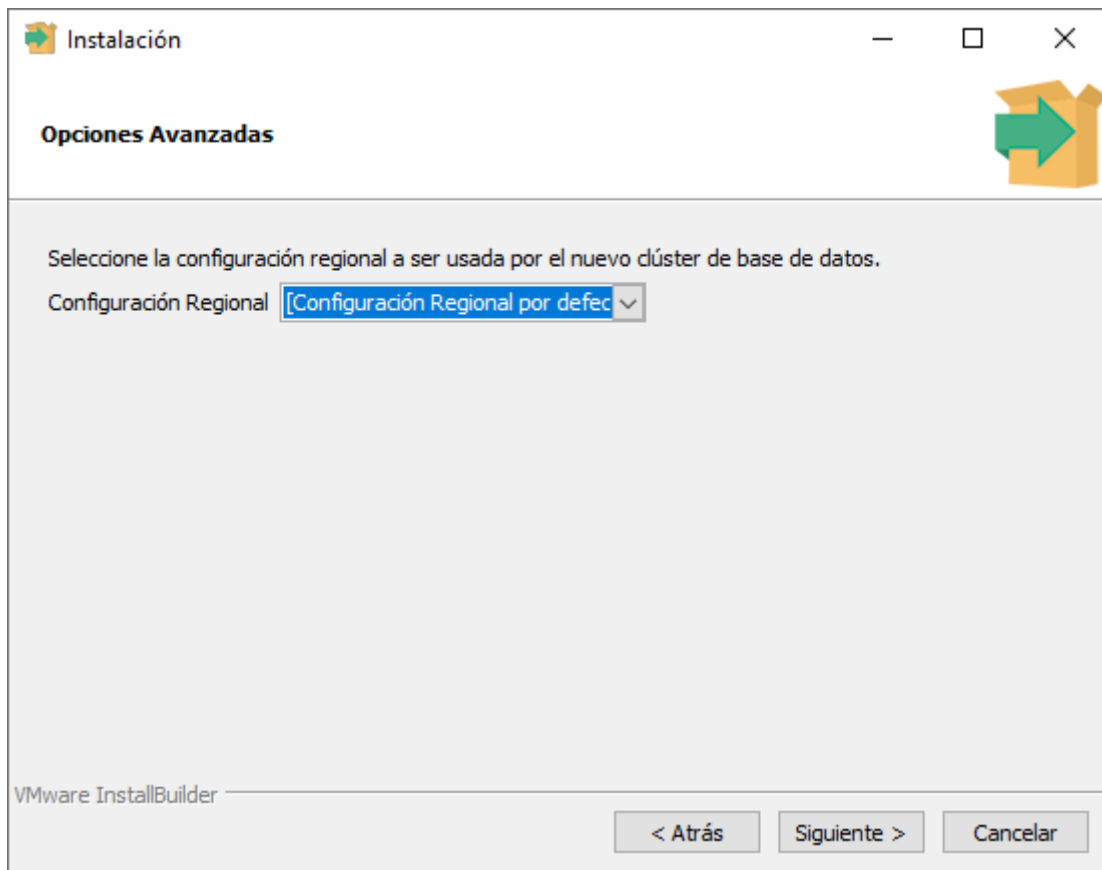
Por favor seleccione un número de puerto en el que el servidor debería escuchar.

Puerto

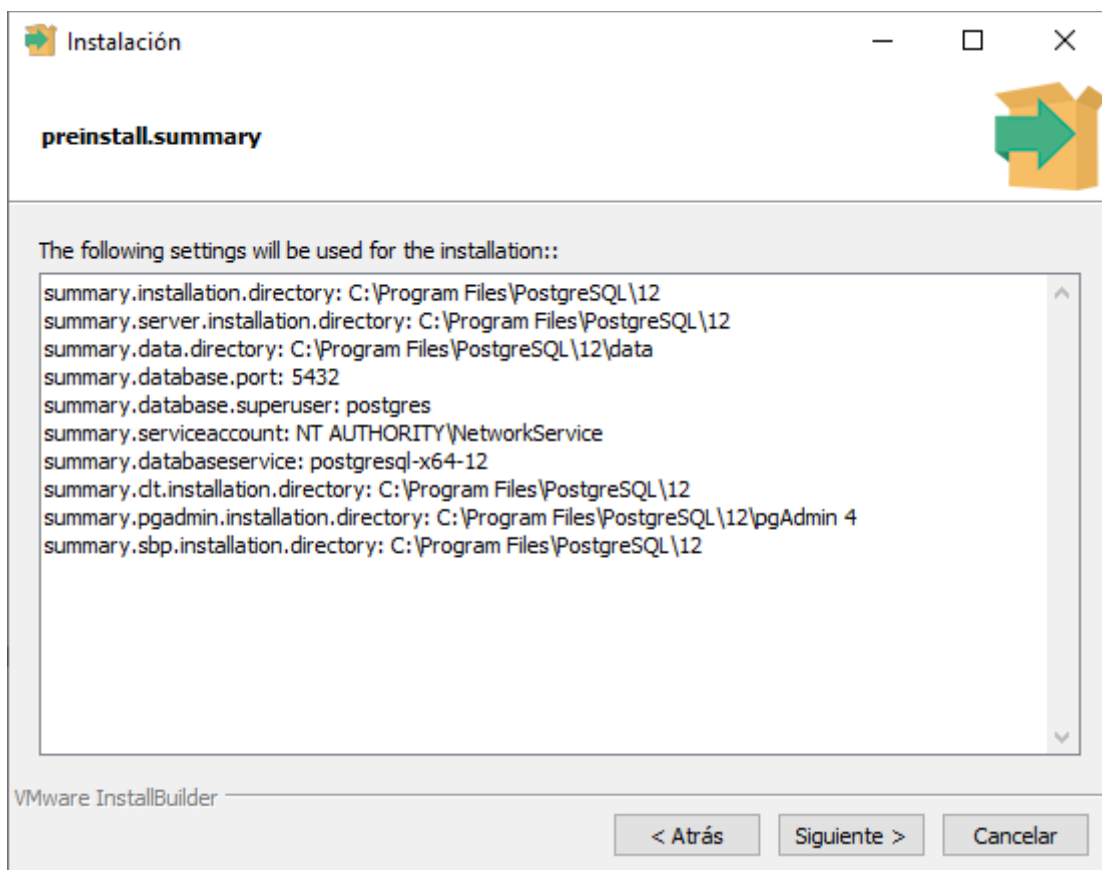
VMware InstallBuilder

< Atrás   Siguiente >   Cancelar

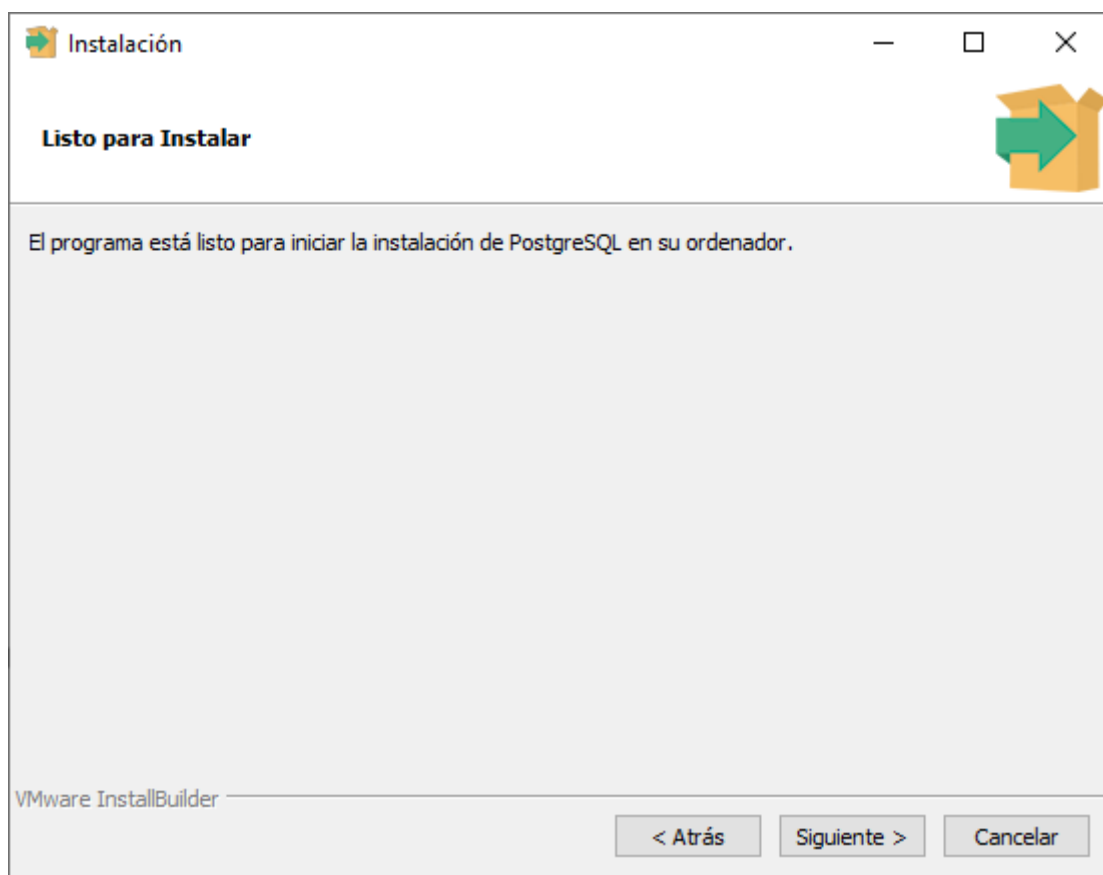
> Siguiente



> Siguiente

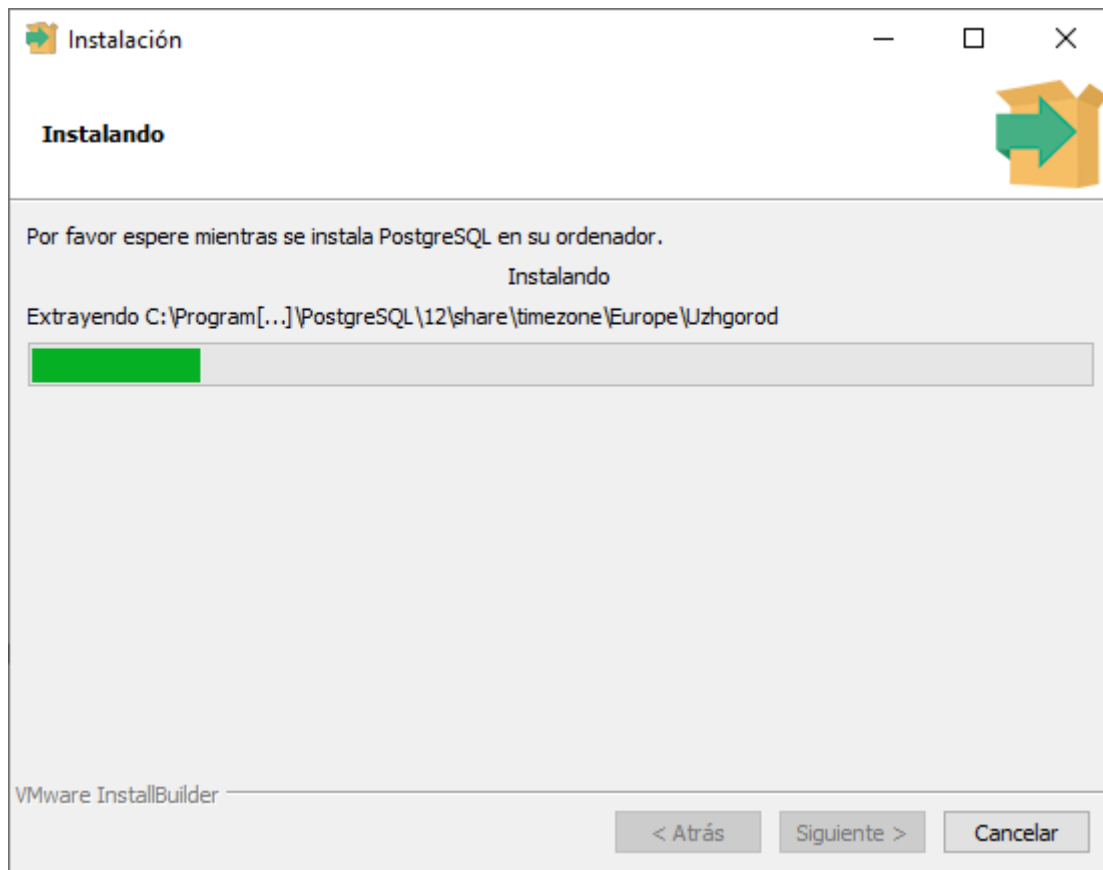


> Siguiente



> Siguiente

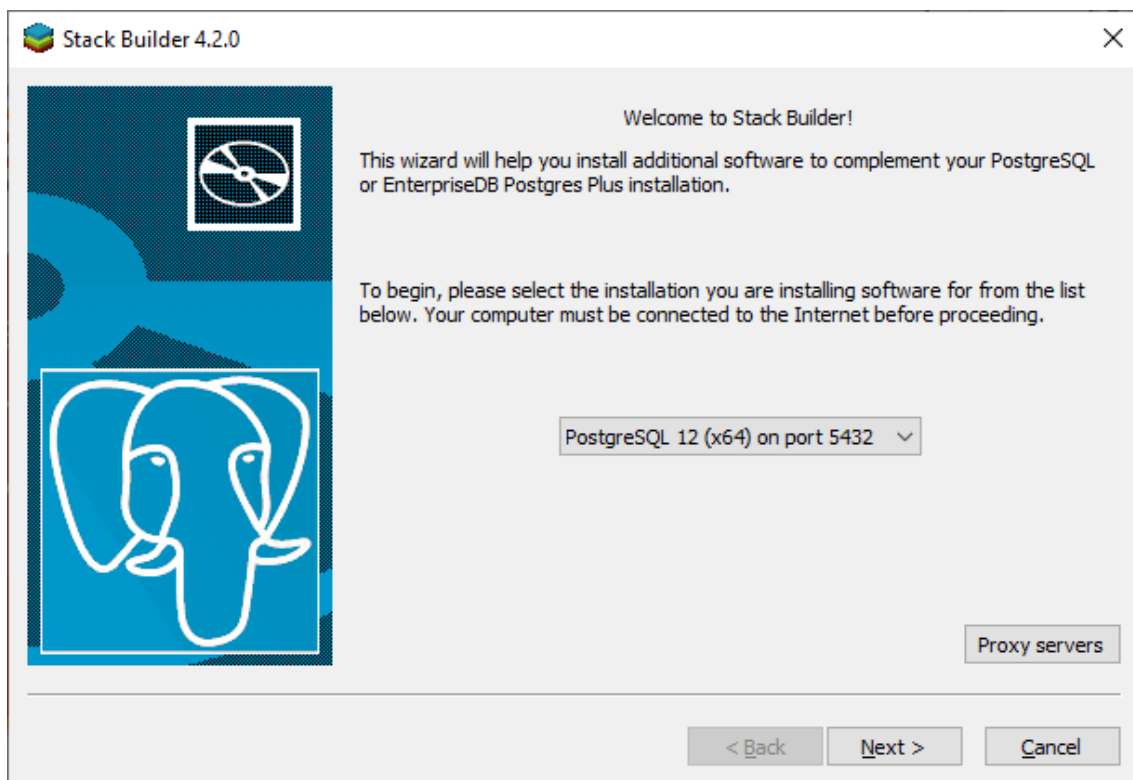
5. Inicia la instalación.



6. Al finalizar la instalación aparece la siguiente ventana:



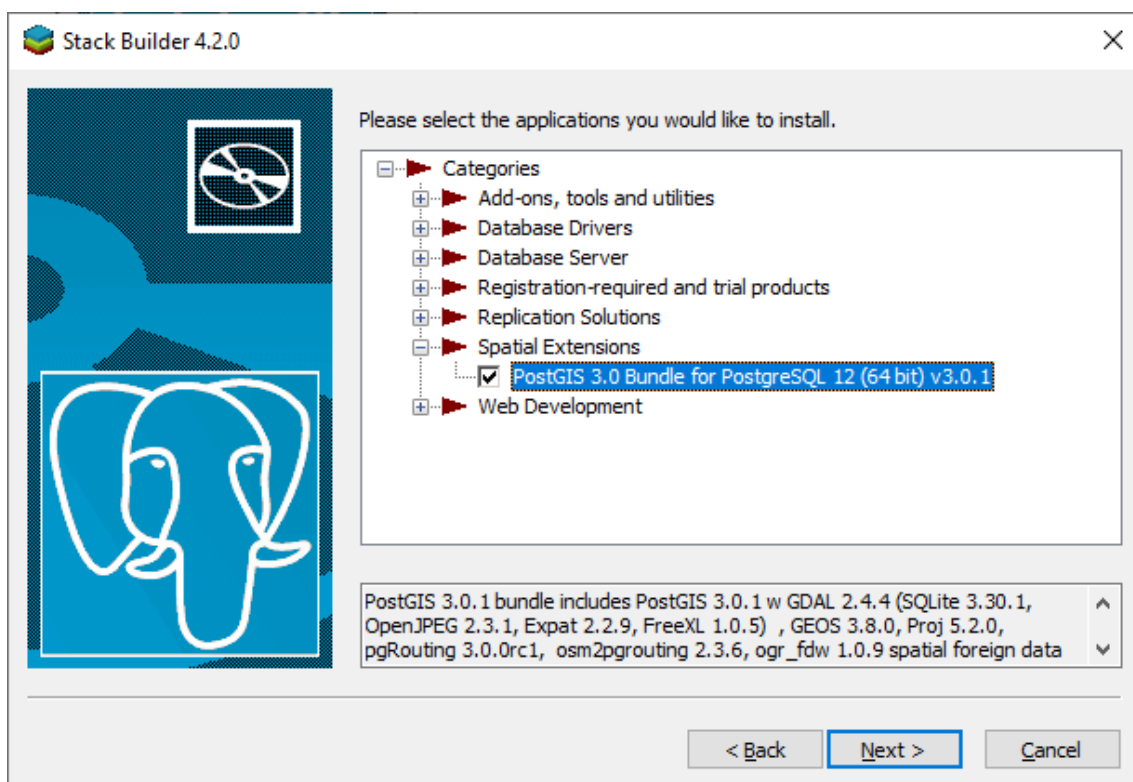
7. Se revisa que la casilla este marcada y se presiona el botón: Terminar
8. Se despliega una ventana nueva: Stack Builder donde se debe seleccionar la opción: **PostgreSQL 12 (x64) on port 5432**



9. Se presiona el botón: Next

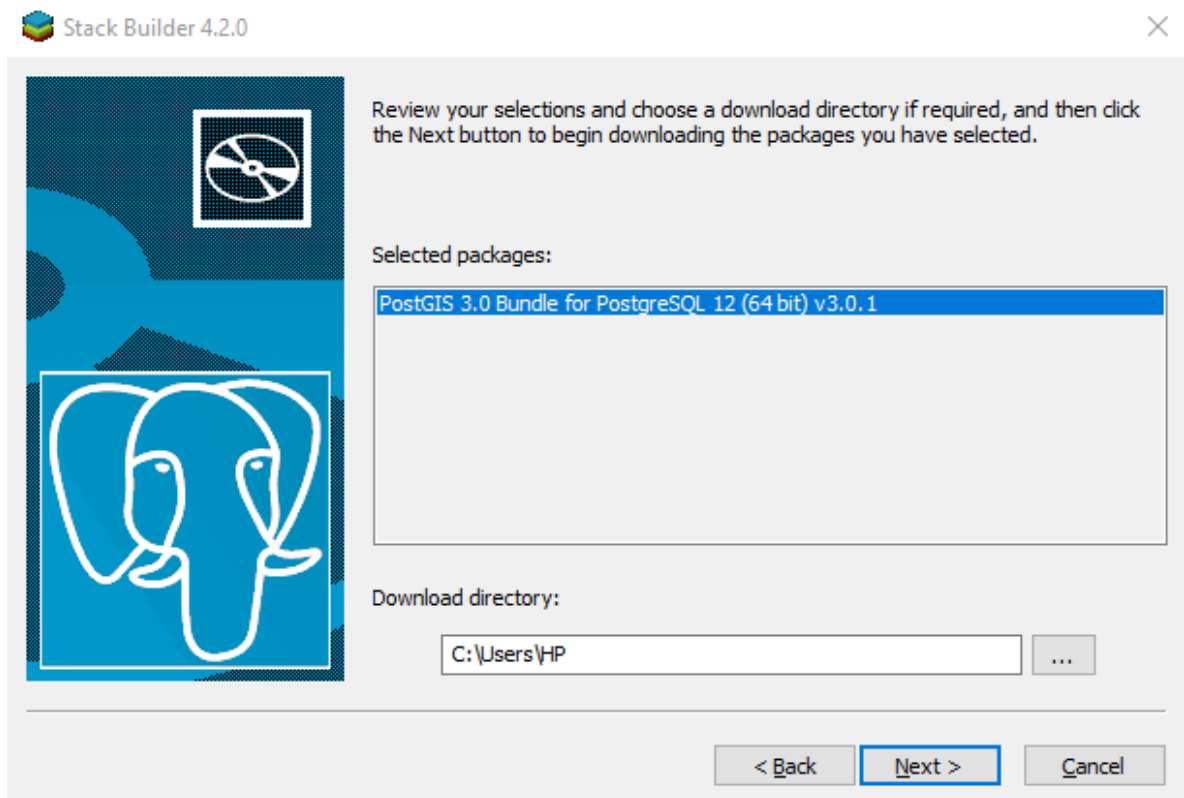
10. Se despliega la categoría: Spatial Extensions y se marca la casilla:

**PostGIS 3.0 Bundle for PostgreSQL 12 (64 bit) v3.0.1**



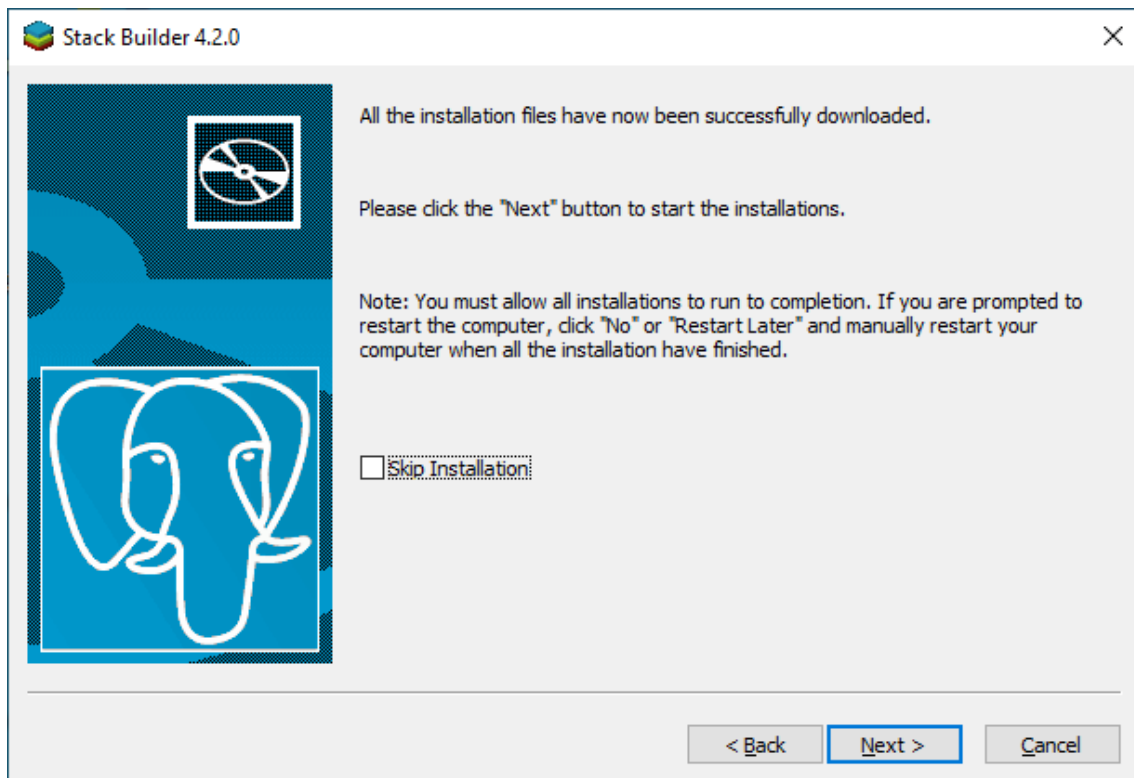
11. Se selecciona: PostGIS 3.0 Bundle for PostgreSQL 12 (64 bit) v3.0.1

> Next



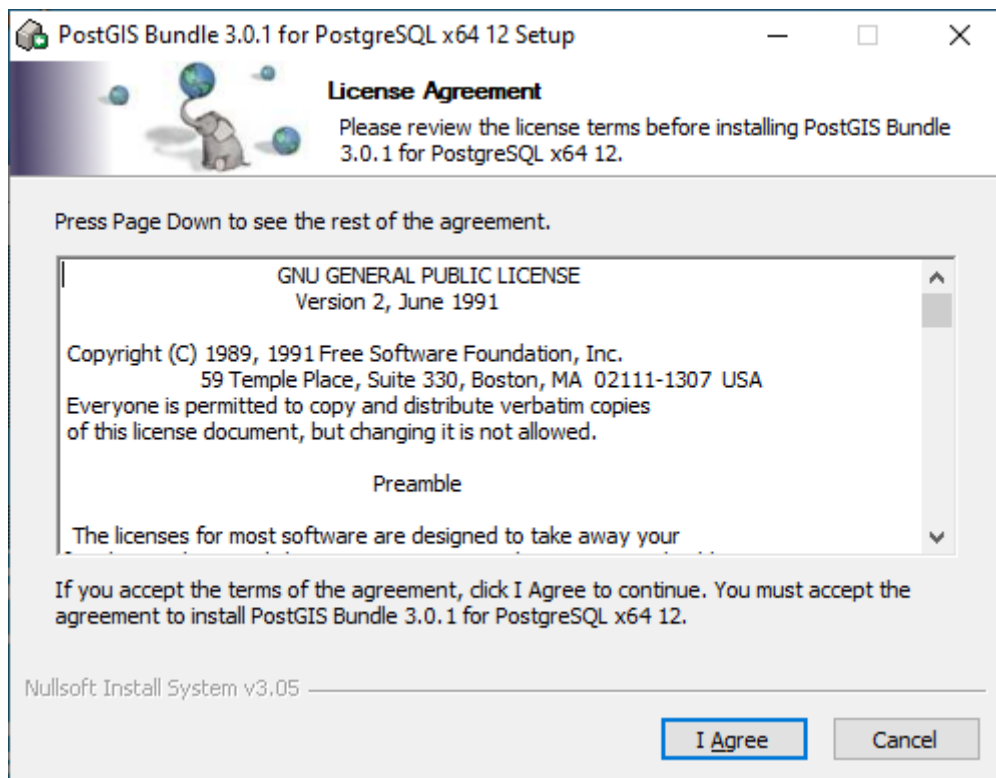
Nota: Espere unos minutos.

> Next

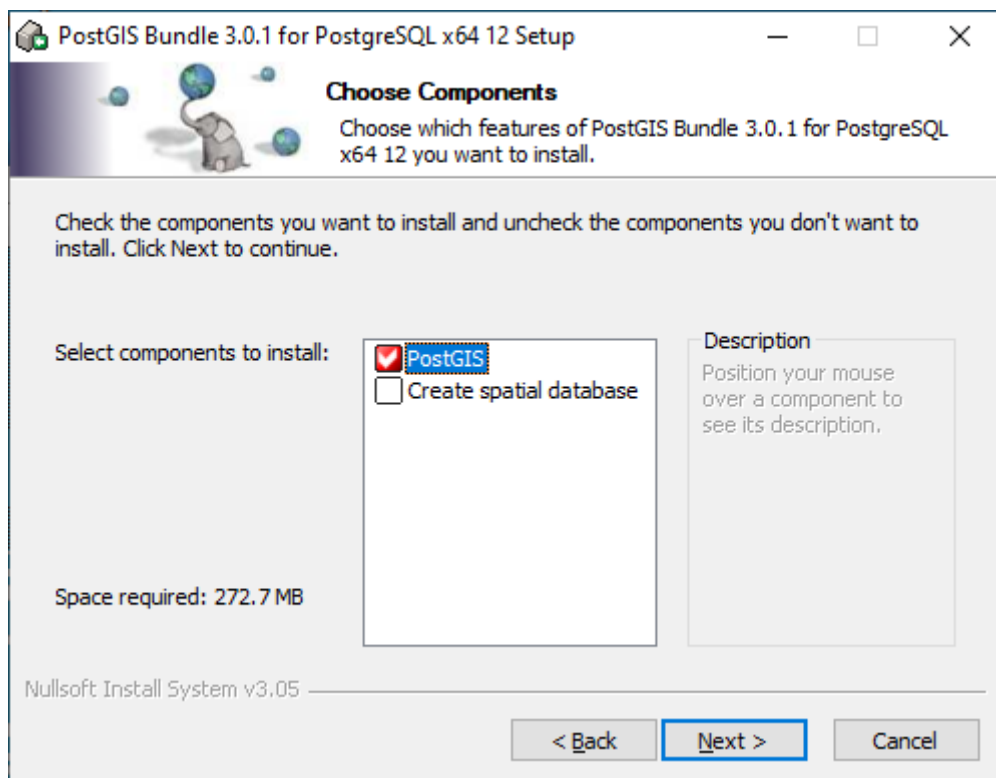




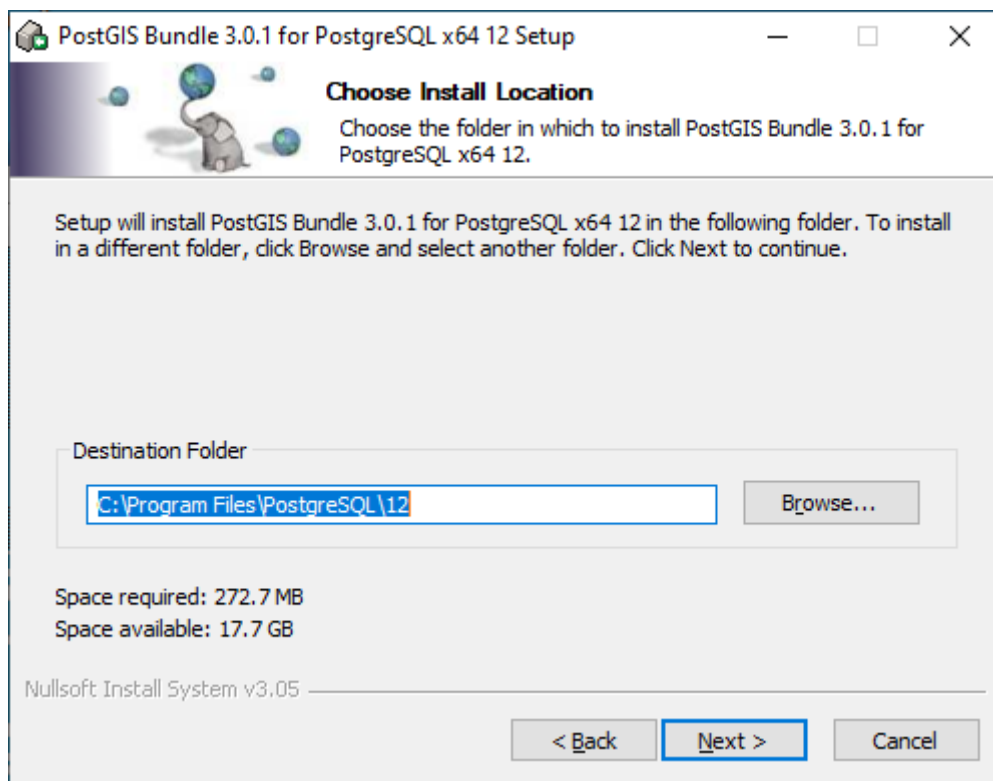
> Next



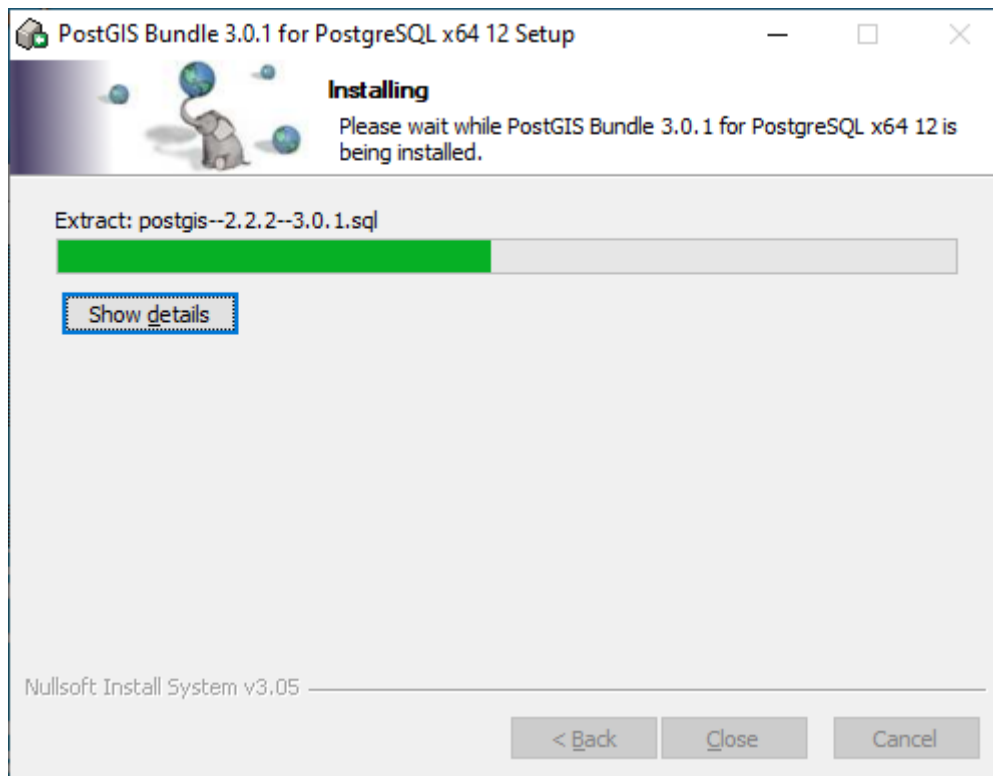
> I Agree



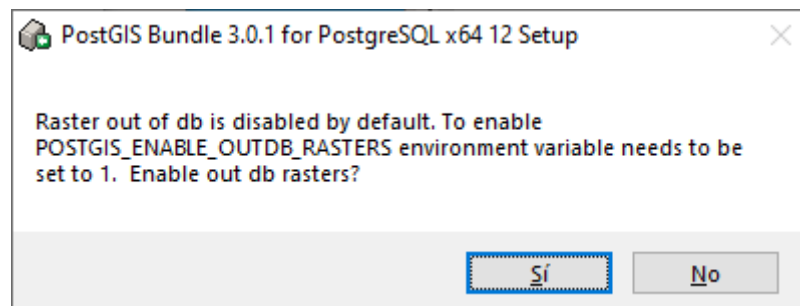
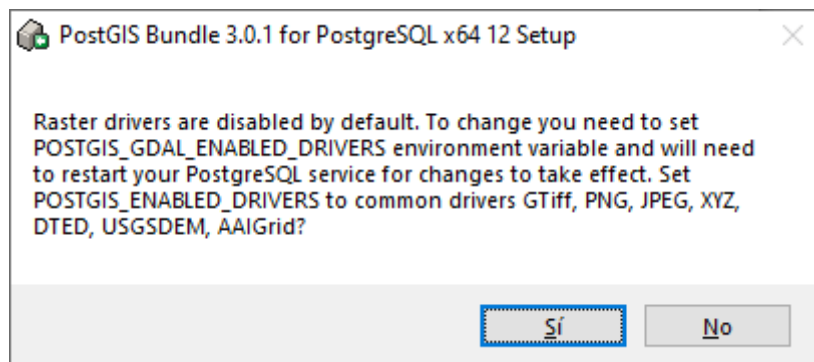
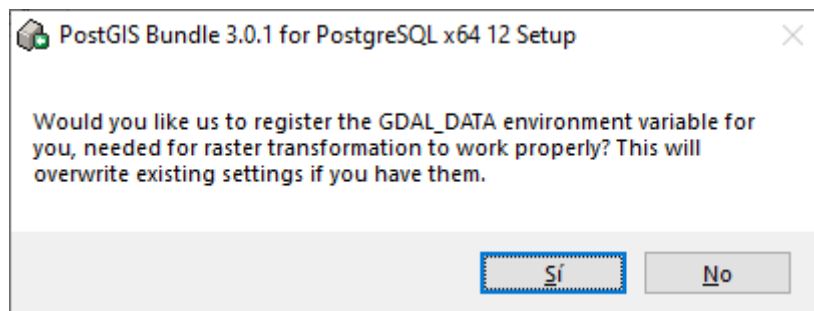
> Next

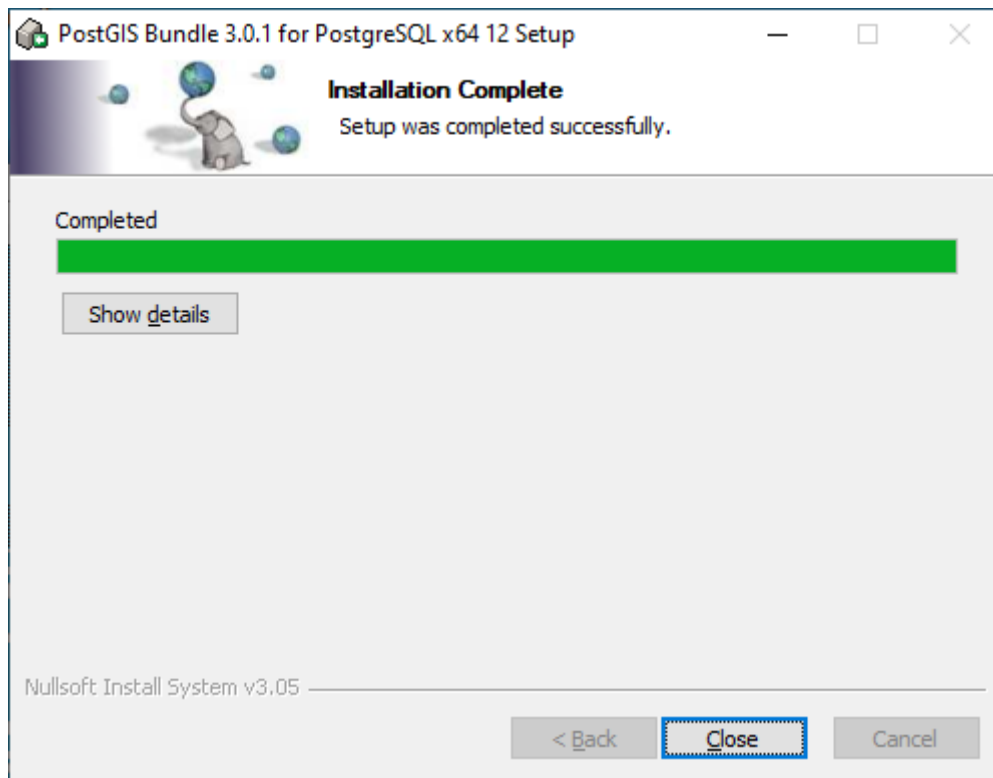


> Next



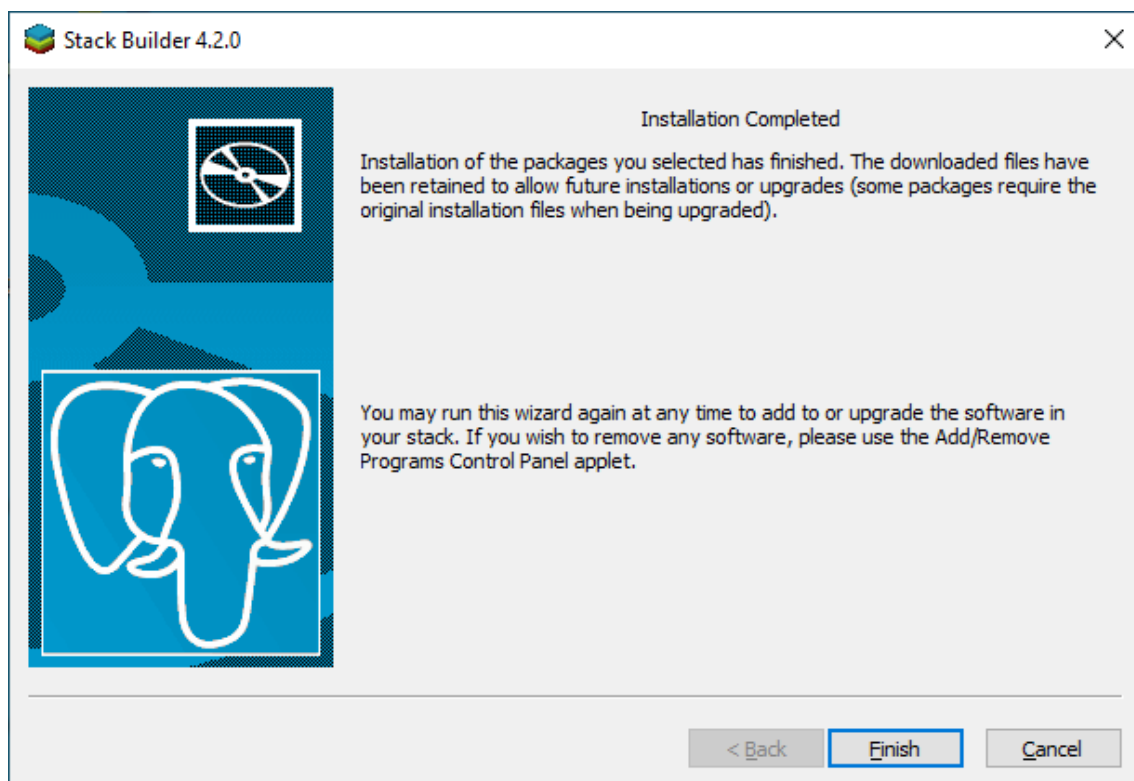
12. Se selecciona la opción “Sí” en las siguientes ventanas.





13.> Close

14.> Finish



## Apéndice 4: Pasos para la Descarga e Instalación del programa Geoserver (Opciones alternas).

### Requerimientos previos:

#### ○ Java

GeoServer está escrito en Java y por lo tanto se debe instalar previamente el JRE (Java Runtime Environment) para que funcione como entorno de ejecución, esto viene a funcionar como una máquina virtual que haría que las aplicaciones hechas con Java puedan ser leídas por el sistema operativo en uso. Java es un lenguaje de programación y se puede descargar de forma libre en dos presentaciones: JDK o JRE, estos dos difieren únicamente en que la presentación JDK es un kit que contiene herramientas de desarrollo, entre ellas el JRE.

1. Se busca visita el sitio: [www.java.com](http://www.java.com)
2. Se descarga e instala la versión propuesta: Java 8; para este proyecto de investigación vale recordar que el sistema operativo que se está utilizando es Windows 10 de 64bits.

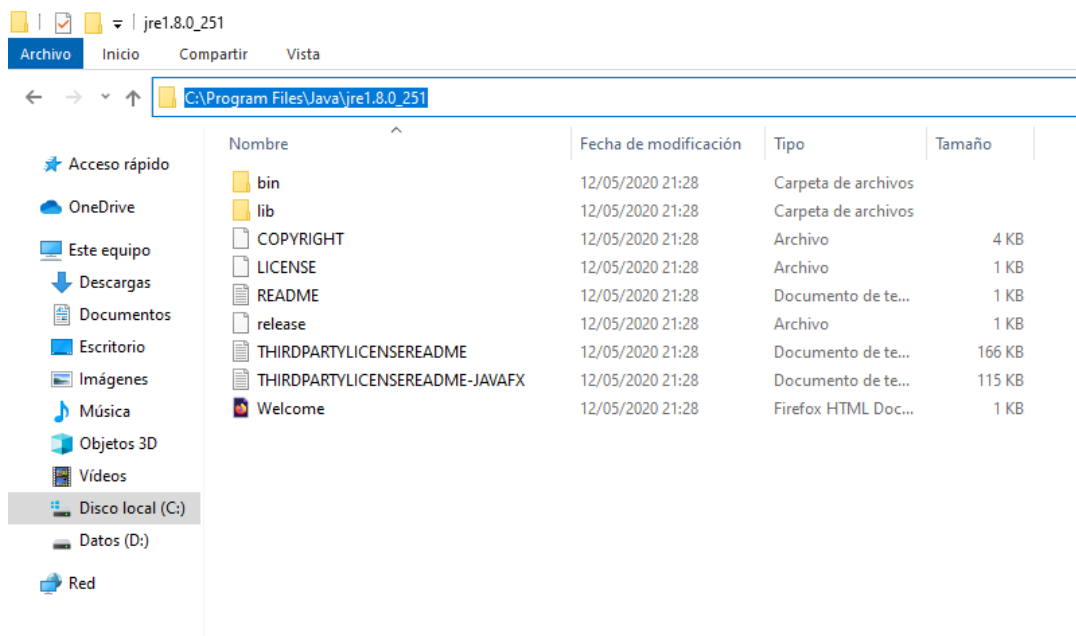


- The screenshot shows the 'Configuración de Java - Bienvenido' window. The title bar is white with standard Windows window controls. Below the title bar is a dark blue header with the Java logo and 'ORACLE' text. The main content area has a light beige background. It features the heading 'Bienvenido a Java - Condiciones de licencia actualizadas' in bold black text. Below this, a red line of text states: 'Condiciones que han cambiado en la licencia de esta versión del software.' This is followed by a blue underlined link: 'Acuerdo de licencia actualizado'. The text continues: 'Esta versión de Java Runtime únicamente otorga permisos para el uso de equipos portátiles y de sobremesa (no comerciales). El uso comercial de este software requiere una licencia independiente de Oracle o de su proveedor de software.' Then, it says: 'Haga clic en Instalar para aceptar el acuerdo de licencia e instalar Java ahora o haga clic en Eliminar para desinstalarlo del sistema.' Finally, it states: 'En este proceso de instalación no se registra ningún dato personal.' followed by another blue underlined link: 'Detalles de la información que recopilamos'. At the bottom, there is a light beige bar containing a checkbox labeled 'Cambiar la Carpeta de Destino', a 'Instalar' button, and an 'Eliminar' button with a dashed border.

-

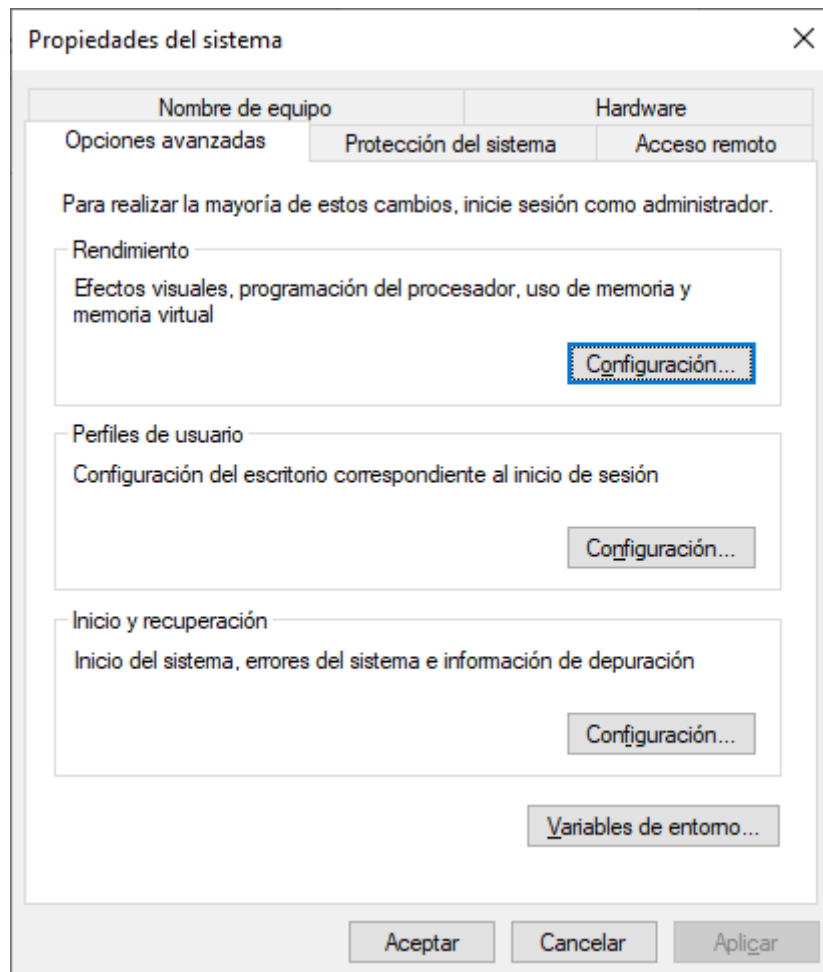


6. Se presiona el botón: Cerrar
7. Se ubica JRE en la siguiente ruta dentro de la computadora, para comprobar que eficazmente se haya instalado y además es necesario distinguirlo de otras versiones JRE, que la maquina pueda ya contener.

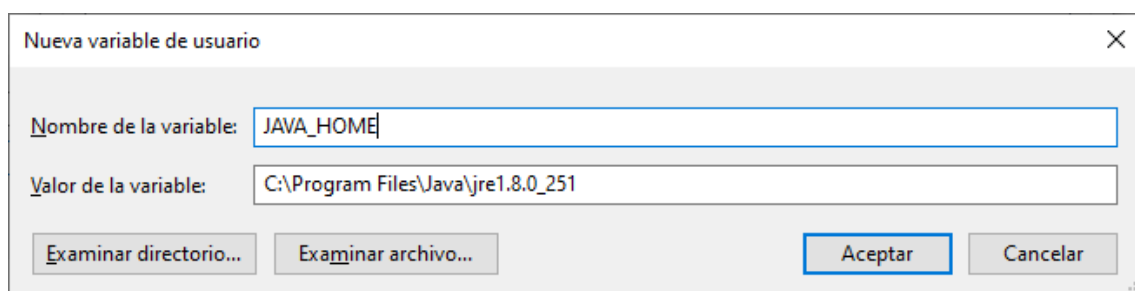


**A continuación, se detallan los pasos necesarios para ingresar JRE en el entorno de variables del sistema:**

1. Se busca: “Configuración avanzada del sistema”
2. En la ventana: Propiedades del Sistema: Opciones avanzadas > clic en el botón: Variables de entorno...



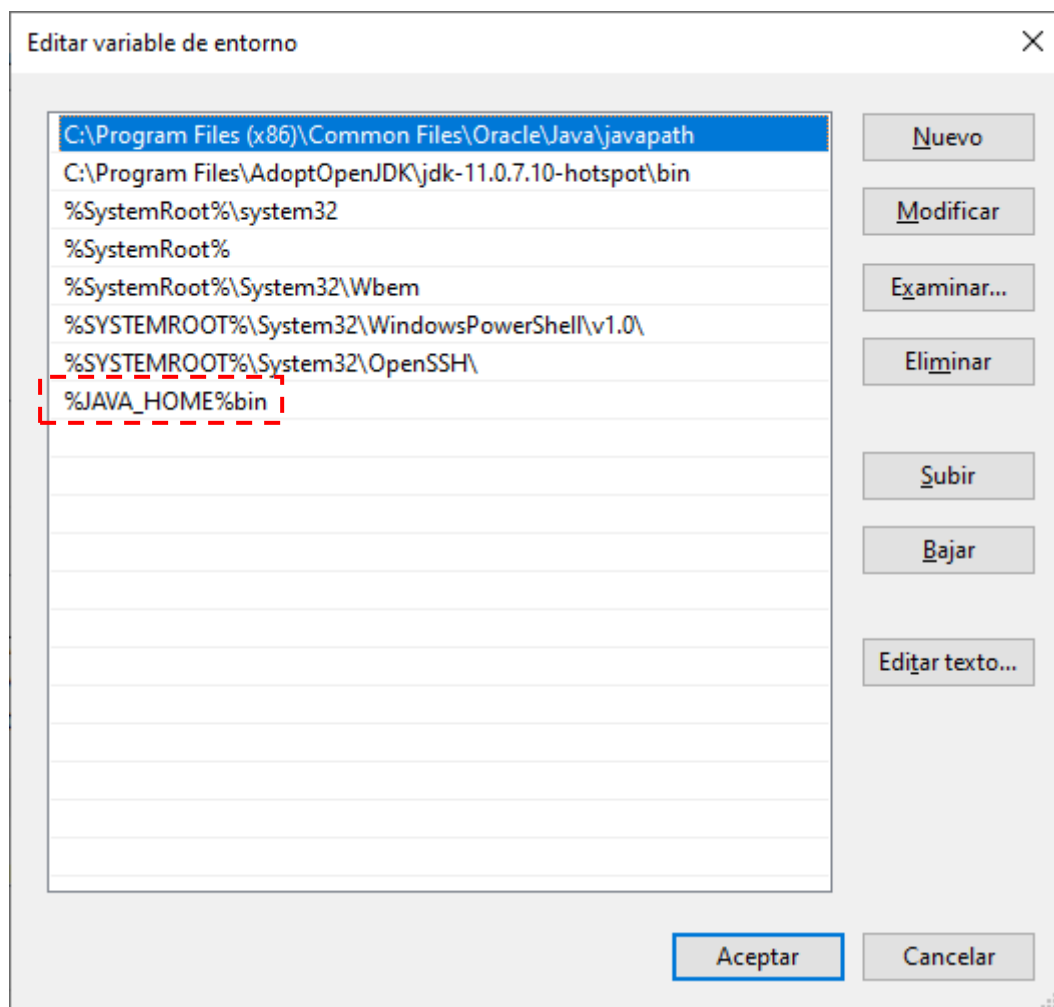
3. En el apartado: Variables del sistema > clic en el botón: Nueva (considerando que es la primera vez que se ingresa).





Nota: Se recomienda que en el campo correspondiente a “Valor de la variable”, la ruta que se ingresa en ese campo, sea copiada y pegada desde el explorador. Esta ruta hace referencia a la localización en donde se instaló el JRE.

4. Se presiona el botón: Aceptar.
5. Se regresa a la ventana de Variables de entorno.
6. En variables del sistema se selecciona: Path y se presiona el botón: Editar
7. Luego se presiona el botón: Nuevo y se agrega: %JAVA\_HOME%bin



8. Finalmente se presiona “Aceptar” en todas las ventanas.

## Instalación de GeoServer: Opción usando el archivo .exe

Para adquirir el programa libre GeoServer, se ingresa en la siguiente dirección:  
[www.geoserver.org](http://www.geoserver.org)

Nota: Hasta la versión 2.14.3, se disponía de un instalador .exe para Windows.

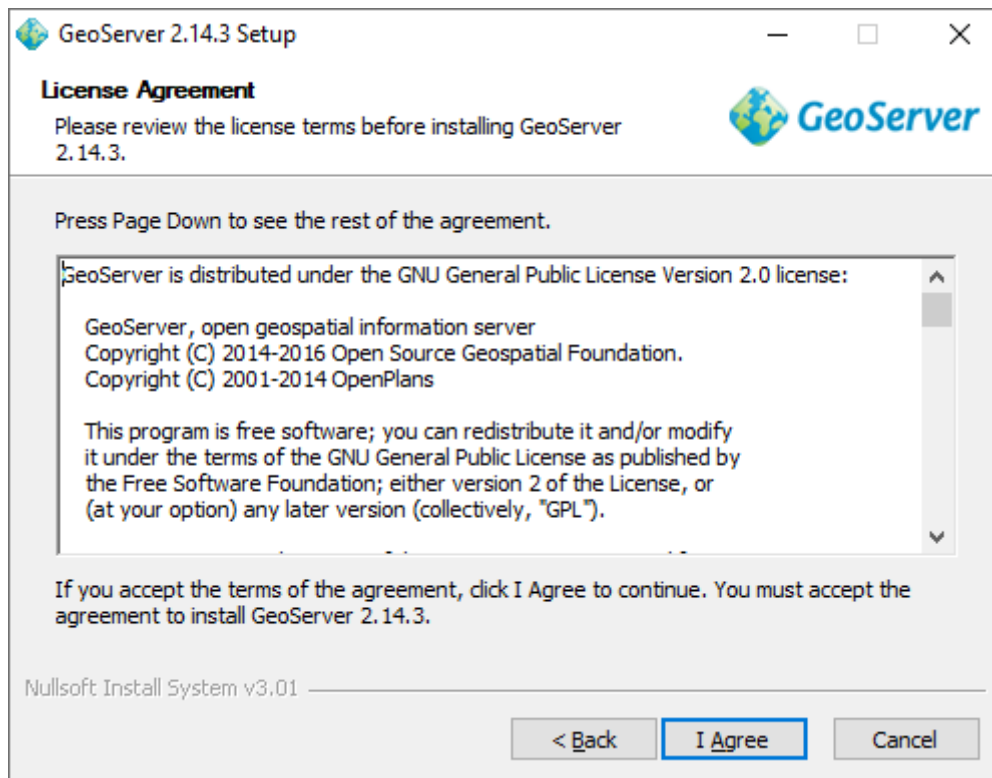
El instalador se descarga automáticamente en la carpeta de descargas o bien se puede reubicar en una carpeta de respaldo.

1. El primer paso antes de iniciar el proceso de instalación, es crear una carpeta en la unidad C, con el siguiente nombre: geoserver
2. Se inicia el proceso de instalación haciendo doble clic sobre el archivo: gerserver-2.14.3.exe

Se observa el siguiente consecutivo de ventanas y se aceptan las siguientes opciones:

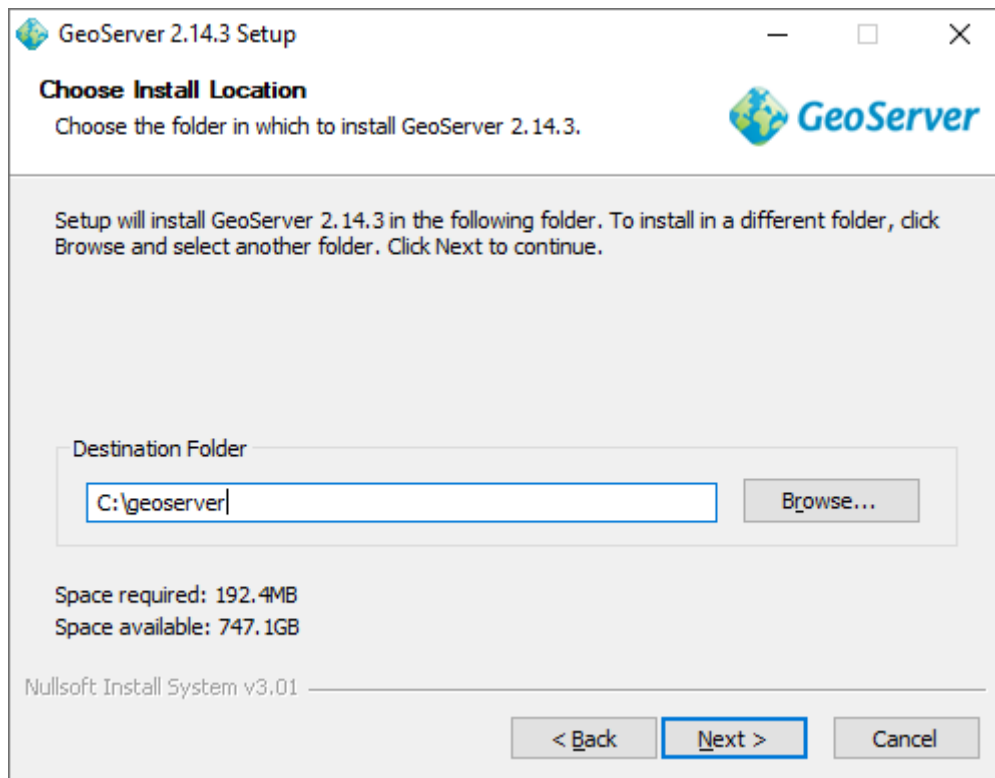


> Next

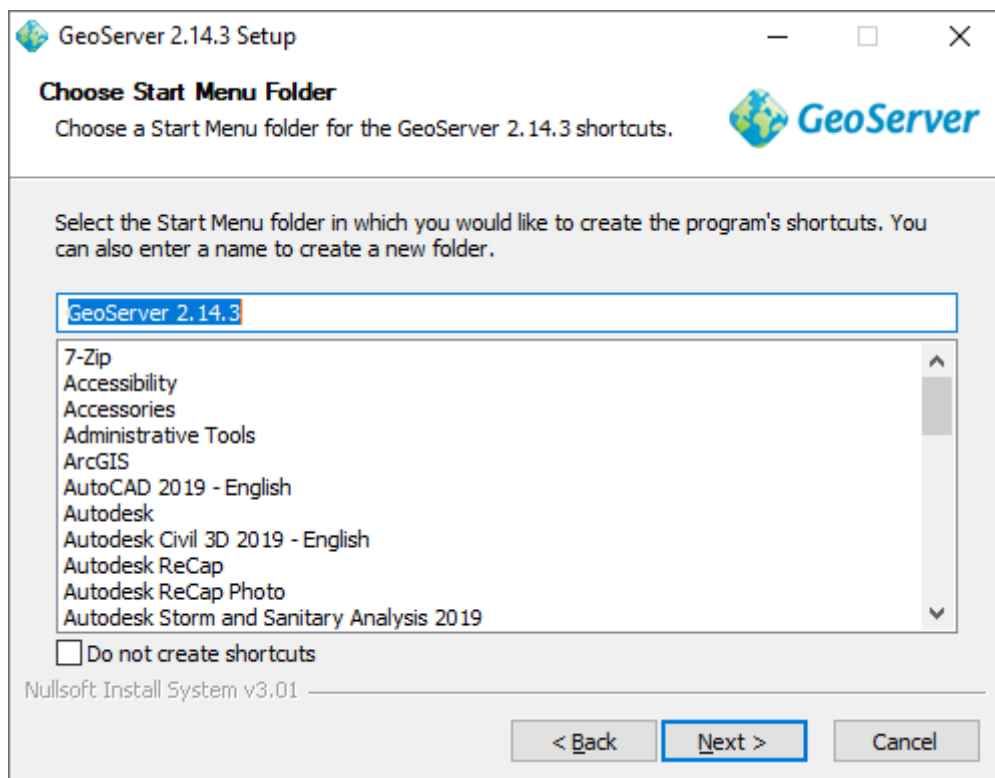


> I Agree

3. En la siguiente ventana es importante no aceptar la ruta de instalación por defecto. Lo que se procede a realizar es establecer la ruta y carpeta que se creó en el paso 2.1 anterior.

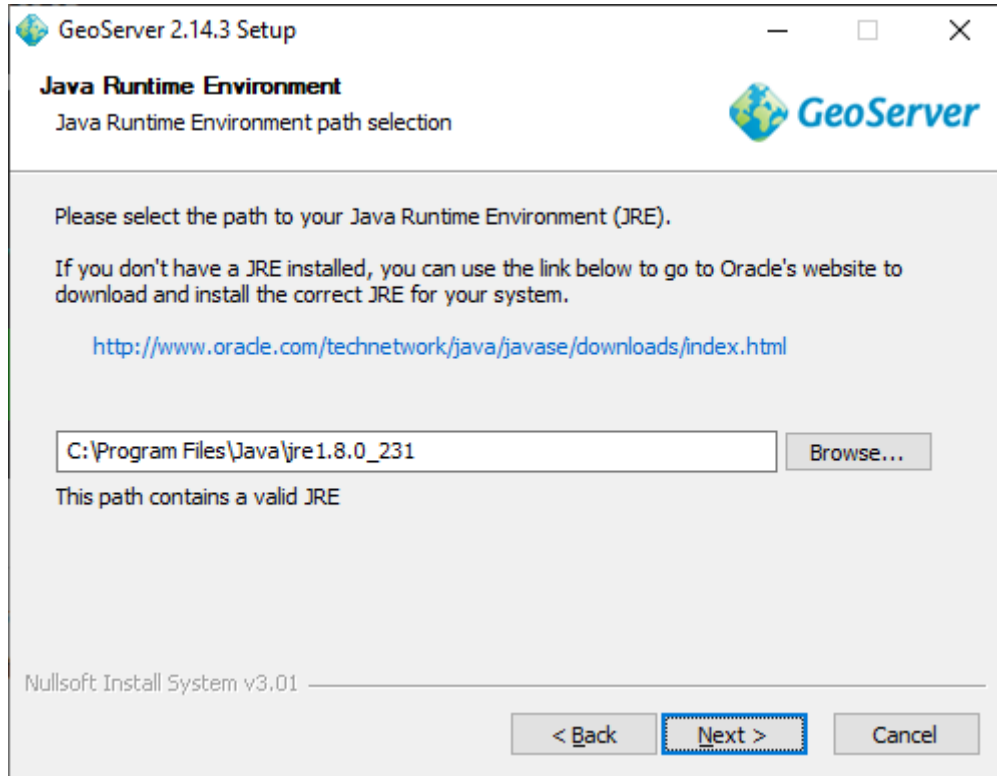


> Next



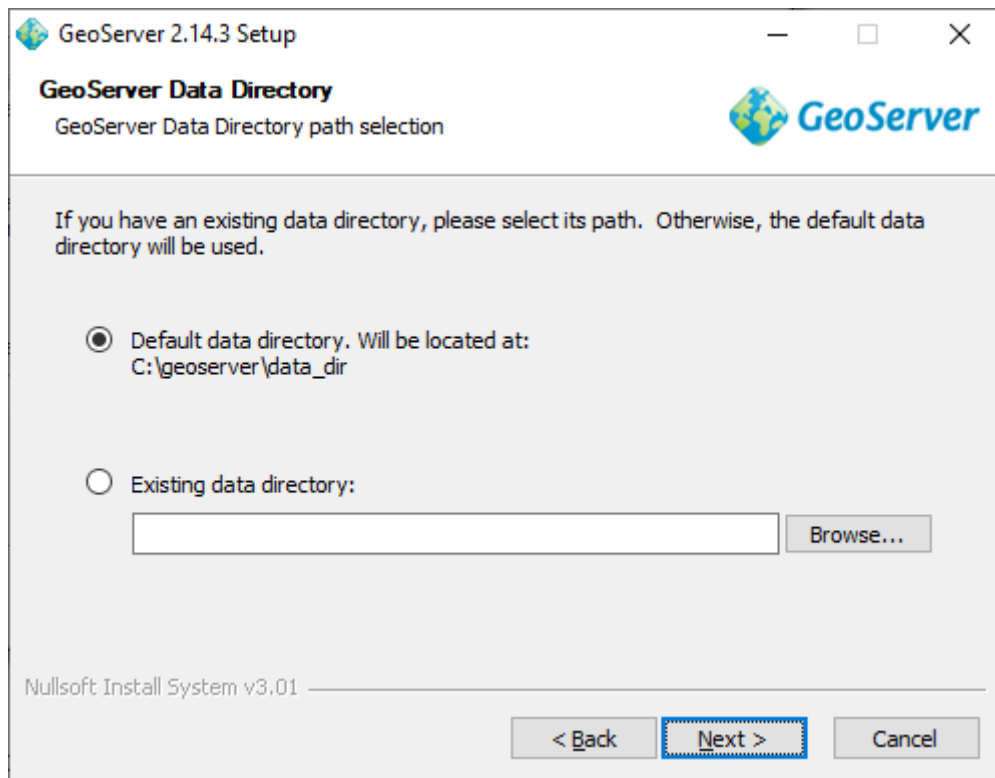
> Next

4. En esta ocasión se debe revisar la ruta exacta correspondiente al JRE



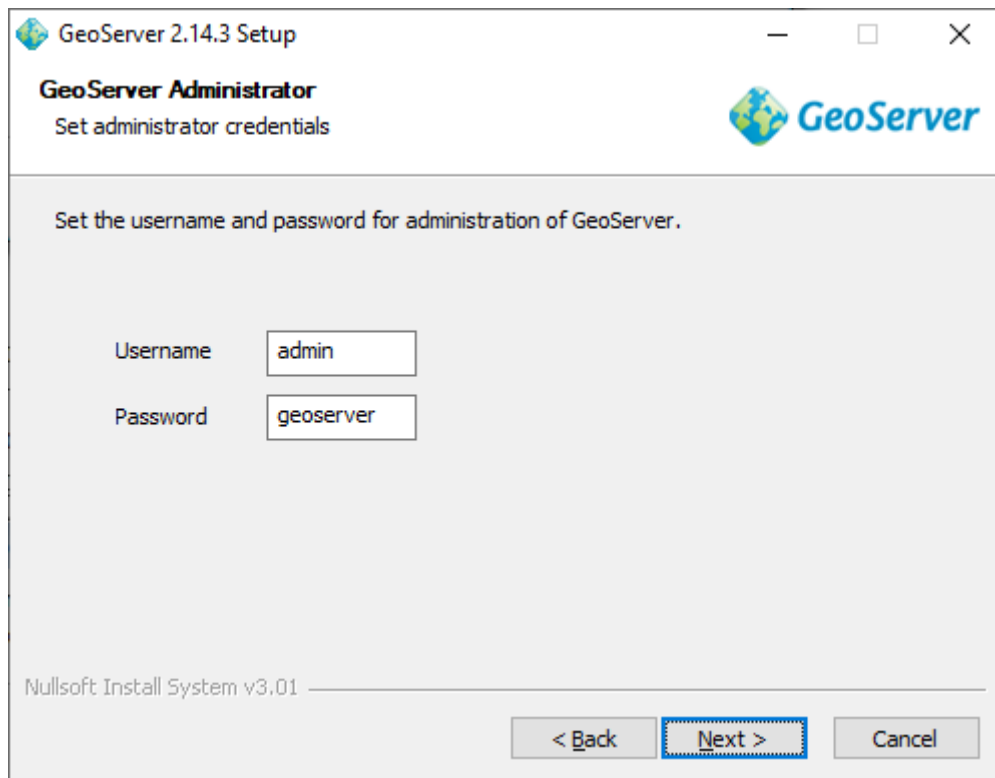
> Next

5. La siguiente ventana establece la ruta correspondiente al directorio de datos y proyectos de GeoServer, para lo cual es necesario revisar que se establezca en la carpeta que se creó. Se acepta la ruta que se muestra a continuación:



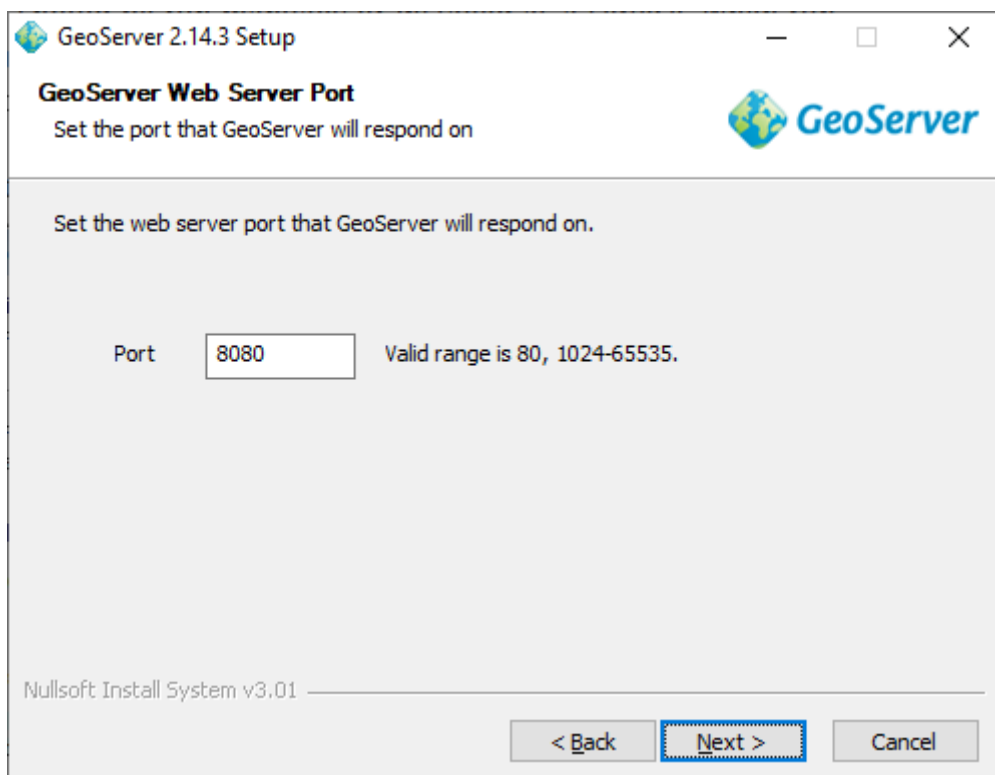
> Next

6. Para pruebas y etapas de aprendizaje del sistema, se utilizará el siguiente usuario y contraseña. Una vez que el sistema se formalice bajo un grupo de soporte, se recomienda utilizar la lista de usuarios certificados bajo contraseñas personales.



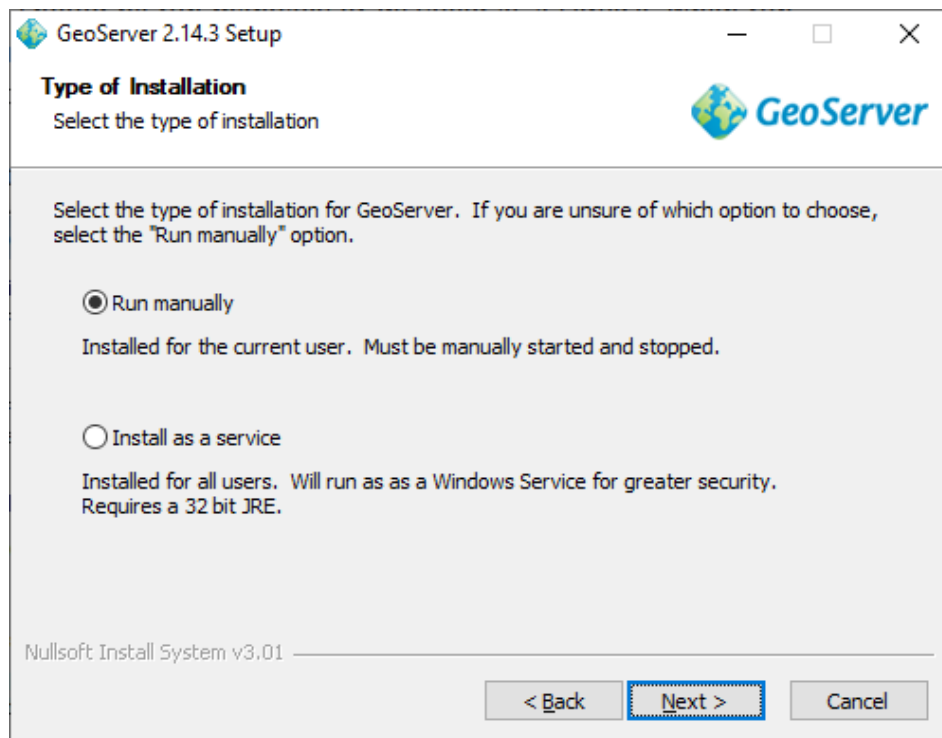
> Next

7. En esta ventana se acepta un puerto particular 8080 en el cual GeoServer responderá. También se puede optar por otro puerto valido y que no esté siendo usado.



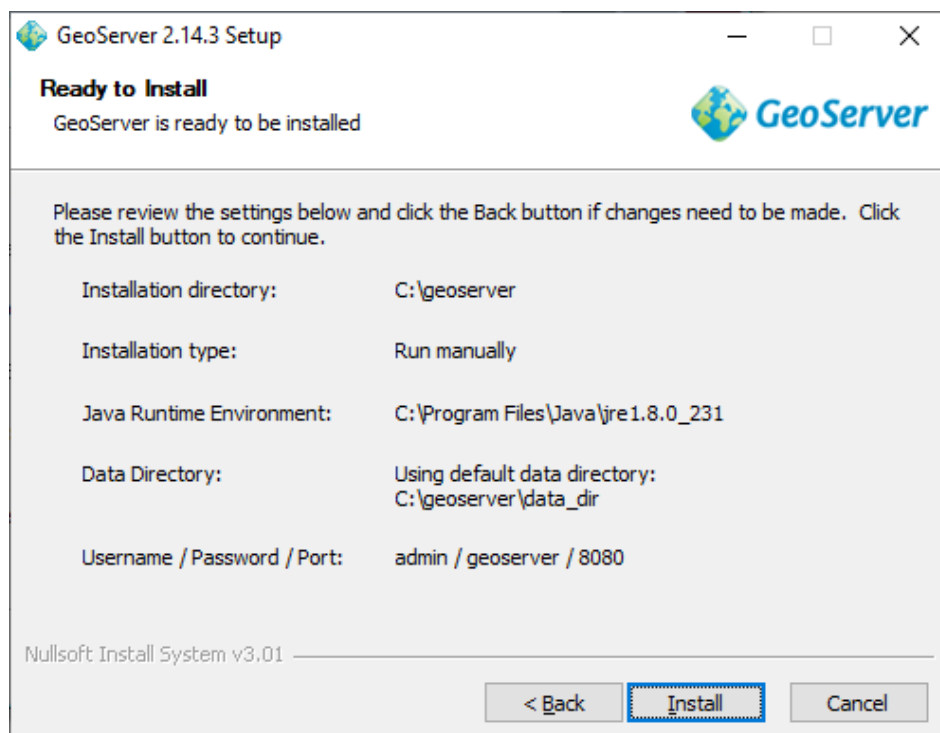
> Next

8. Se acepta la opción de iniciar y detener GeoServer de forma manual.



>Next

9. En esta ventana se puede revisar las selecciones y configuraciones anteriores.





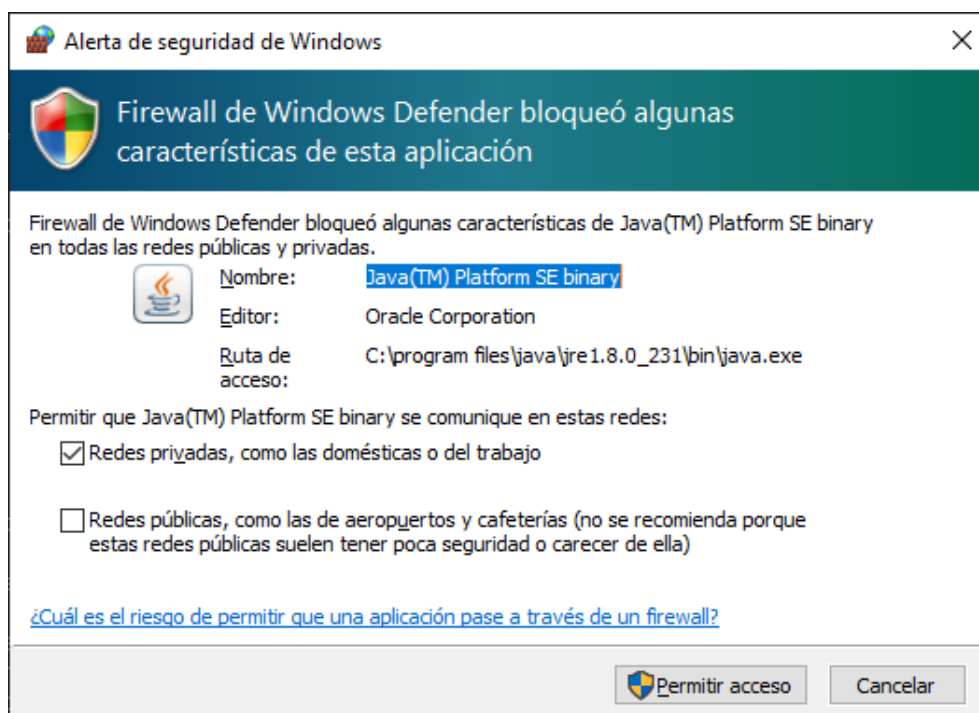
De no existir ninguna corrección, se procede a seleccionar el botón: Install

Al final de la instalación, deberá aparecer la siguiente ventana:



> Finish

En algunas ocasiones puede aparecer la siguiente advertencia.



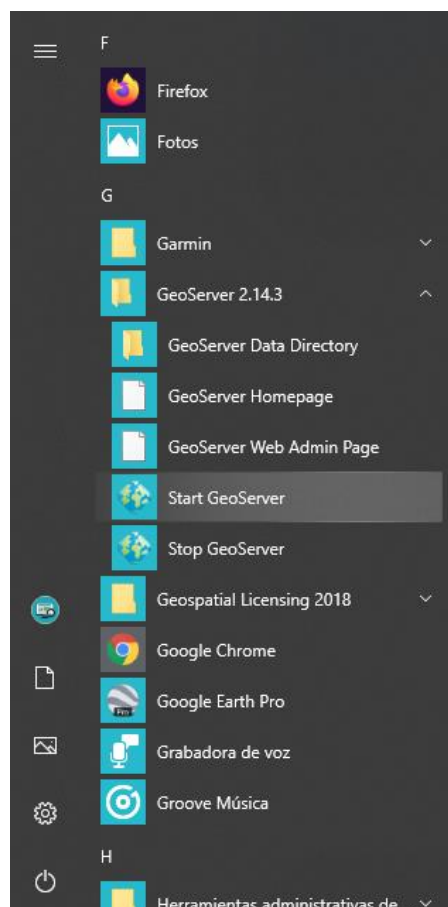
>Permitir acceso.

## Iniciando GeoServer

En los pasos previos de instalación y configuración del programa GeoServer, se seleccionó que el tipo de arranque o de inicio del sistema se iba a realizar de forma manual, para lo cual, a continuación, se explicarán los pasos y comandos que se deben seguir para realizar este procedimiento.

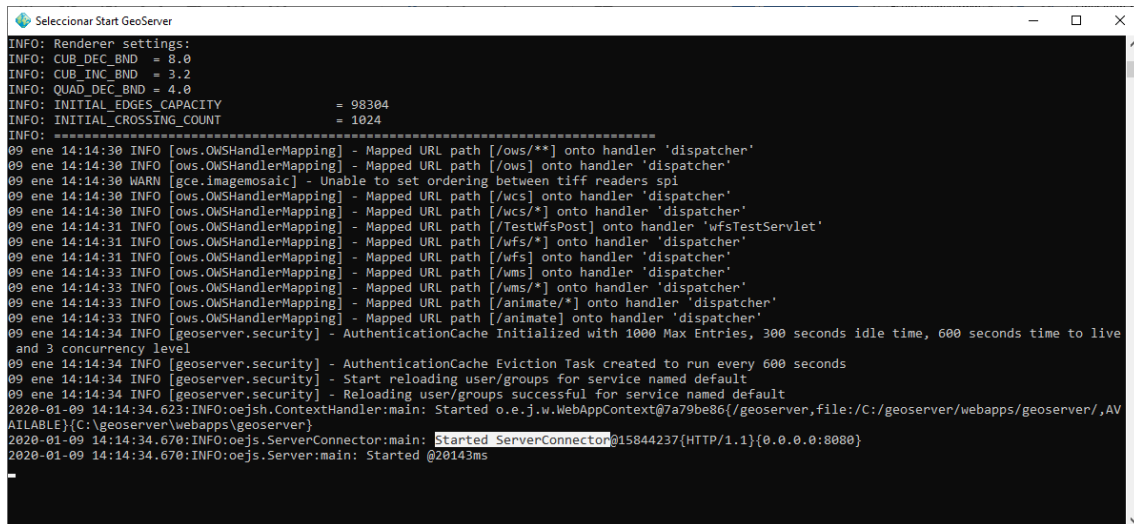
El arranque del sistema es la simulación de “arrancar” o iniciar el sistema en la red, para este caso de prueba en una computadora personal, el arranque se da en un sitio local o “localhost”

1. Desde el botón “Inicio” de Windows se busca en orden alfabético la carpeta que contiene las aplicaciones de GeoServer



2. Se da clic a la opción: Star GeoServer.

3. Se inicia el arranque en una interfaz de línea de comando MS-DOS y se debe revisar que la última sentencia sea: Started ServerConnector



```
Selección Start GeoServer
INFO: Renderer settings:
INFO: CUB_DEC_BND = 8.0
INFO: CUB_INC_BND = 3.2
INFO: QUAD_DEC_BND = 4.0
INFO: INITIAL_EDGES_CAPACITY = 98304
INFO: INITIAL_CROSSING_COUNT = 1024
INFO: =====
09 ene 14:14:30 INFO [ows.OWSHandlerMapping] - Mapped URL path [/ows/**] onto handler 'dispatcher'
09 ene 14:14:30 INFO [ows.OWSHandlerMapping] - Mapped URL path [/ows] onto handler 'dispatcher'
09 ene 14:14:30 WARN [gce.ImageMosaic] - Unable to set ordering between tiff readers spi
09 ene 14:14:30 INFO [ows.OWSHandlerMapping] - Mapped URL path [/wcs] onto handler 'dispatcher'
09 ene 14:14:30 INFO [ows.OWSHandlerMapping] - Mapped URL path [/wcs/*] onto handler 'dispatcher'
09 ene 14:14:31 INFO [ows.OWSHandlerMapping] - Mapped URL path [/TestWfsPost] onto handler 'wfsTestServlet'
09 ene 14:14:31 INFO [ows.OWSHandlerMapping] - Mapped URL path [/wfs/*] onto handler 'dispatcher'
09 ene 14:14:31 INFO [ows.OWSHandlerMapping] - Mapped URL path [/wfs] onto handler 'dispatcher'
09 ene 14:14:33 INFO [ows.OWSHandlerMapping] - Mapped URL path [/wms] onto handler 'dispatcher'
09 ene 14:14:33 INFO [ows.OWSHandlerMapping] - Mapped URL path [/wms/*] onto handler 'dispatcher'
09 ene 14:14:33 INFO [ows.OWSHandlerMapping] - Mapped URL path [/animate/*] onto handler 'dispatcher'
09 ene 14:14:33 INFO [ows.OWSHandlerMapping] - Mapped URL path [/animate] onto handler 'dispatcher'
09 ene 14:14:34 INFO [geoserver.security] - AuthenticationCache Initialized with 1000 Max Entries, 300 seconds idle time, 600 seconds time to live
and 3 concurrency level
09 ene 14:14:34 INFO [geoserver.security] - AuthenticationCache Eviction Task created to run every 600 seconds
09 ene 14:14:34 INFO [geoserver.security] - Start reloading user/groups for service named default
09 ene 14:14:34 INFO [geoserver.security] - Reloading user/groups successful for service named default
2020-01-09 14:14:34.623:INFO:oejsh.ContextHandler:main: Started o.e.j.w.WebAppContext@7a79be86[/geoserver,file:/C:/geoserver/webapps/geoserver/,AV
AILABLE]{C:/geoserver/webapps/geoserver}
2020-01-09 14:14:34.670:INFO:oejs.ServerConnector:main: Started ServerConnector@15844237[HTTP/1.1]{0.0.0.0:8080}
2020-01-09 14:14:34.670:INFO:oejs.Server:main: Started @20143ms
```

4. Se debe mantener la ventana anterior siempre abierta, mientras se esté usando GeoServer.
5. En ocasiones después de este paso, es posible que aparezcan mensajes del administrador, del Firewall o del antivirus, para lo cual se debe permitir el acceso o tomar las medidas necesarias. También se recomienda reiniciar el equipo.
6. En un explorador de Internet, preferiblemente usando Mozilla Firefox, se ingresa la siguiente dirección:

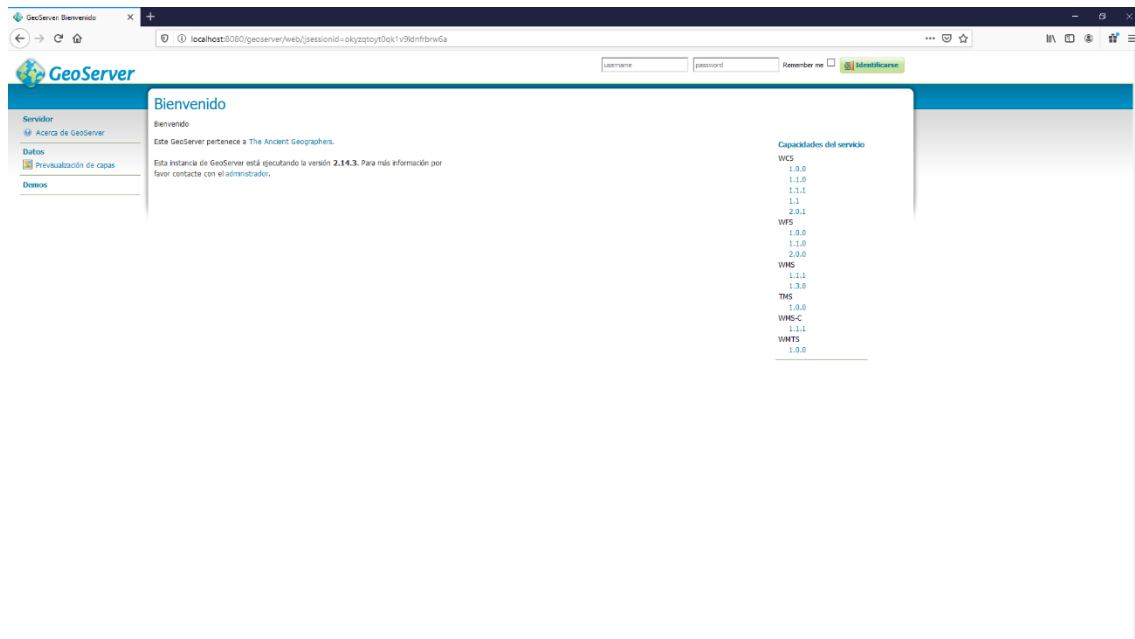
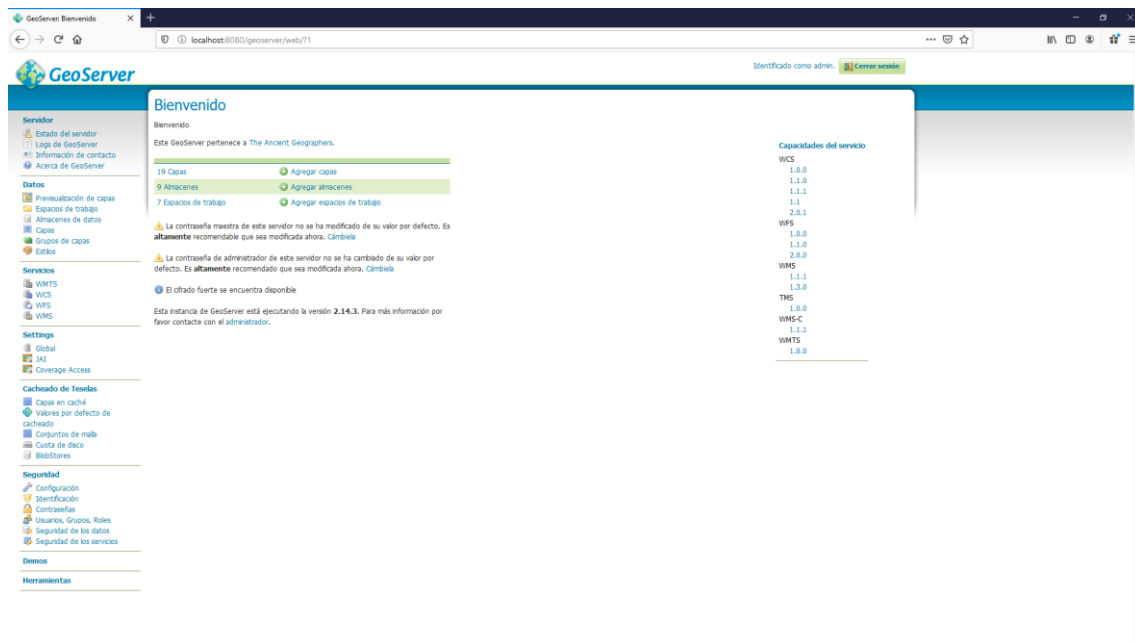
**<http://localhost:8080/geoserver/web>**

Si se ha utilizado otro puerto diferente a 8080, se debe actualizar dicho número.

Se debe obtener una página similar a la siguiente:

- Para entrar a la interfaz administrativa de GeoServer, se completan los siguientes campos:

- Usuario: admin



- Contraseña: geoserver

De esta forma estaría lista la aplicación GeoServer, para crear servicios.

7. Por último, una vez finalizado el uso de la herramienta. Se debe detener el servicio usando la siguiente secuencia de comandos: Inicio > Todos los programas > GeoServer > Stop GeoServer

### **Instalación de GeoServer: usando archivo binario**

1. Se descarga desde el sitio <http://geoserver.org/> (versión 2.16.1).
2. La carpeta anterior se descomprime y se recomienda ubicar en la siguiente ruta: C:\Program Files\GeoServer, al igual que la carpeta: data\_dir. Lo anterior son simplemente sugerencias, que pueden variar dependiendo del usuario, sin embargo, es necesario tener conocimiento de los cambios para llevar el control de la configuración.
3. Ambas carpetas anteriormente mencionadas es necesario establecerlas en las siguientes variables del sistema:

GEOSERVER\_HOME

GEOSERVER\_DATA\_DIR

### **startup GeoServer**

1. Para iniciar el servidor, es necesario dirigirse a la carpeta donde se colocaron los archivos del programa, ubicar la siguiente carpeta: bin y correr el archivo *startup*.
2. Según lo anterior, debe aparecer la siguiente consola MS-DOS:

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
27 mar 20:08:31 INFO [config.GeoserverXMLResourceProvider] - Will look for 'geowebcache-diskquota.xml' in directory 'C:\geoserver\data_dir\gwc'.
27 mar 20:08:31 INFO [config.GeoserverXMLResourceProvider] - Will look for 'geowebcache-diskquota-jdbc.xml' in directory 'C:\geoserver\data_dir\gwc'.
27 mar 20:08:39 WARN [gce.imagemosaic] - Unable to set ordering between tiff readers spi
27 mar 20:08:50 WARN [geoserver.security] - security/masterpw.info is a security risk. Please read this file and remove it afterward
27 mar 20:08:50 INFO [geoserver.security] - Start reloading user/groups for service named default
27 mar 20:08:50 INFO [geoserver.security] - Reloading user/groups successful for service named default
27 mar 20:08:50 INFO [geoserver.security] - AuthenticationCache Initialized with 1000 Max Entries, 300 seconds idle time, 600 seconds time to live and 3 concurrency level
27 mar 20:08:50 INFO [geoserver.security] - AuthenticationCache Eviction Task created to run every 600 seconds
2020-03-27 20:08:51.199:INFO:oejs.ContextHandler:main: Started o.e.j.w.WebAppContext@1e127982{GeoServer,/geoserver,file:///C:/Program%20Files/GeoServer/geoserver-2.16.2-bin/geoserver-2.16.2/webapps/geoserver/,AVAILABLE}{C:\Program Files\GeoServer\geoserver-2.16.2-bin\geoserver-2.16.2\webapps\geoserver}
2020-03-27 20:08:51.511:INFO:oejs.AbstractConnector:main: Started ServerConnector@81f9b01[HTTP/1.1,[http/1.1]]{0.0.0.0:8080}
2020-03-27 20:08:51.511:INFO:oejs.Server:main: Started @51278ms
```

3. De esta forma, se comprueba que el servidor ha iniciado. También es necesario que la ventana anterior permanezca siempre abierta mientras se trabaja en la interface de GeoServer.